

UNIVERSITY OF ILLINOIS
LIBRARY

Class	Book	Volume
605	GE	42

Je 06-10M



Digitized by the Internet Archive
in 2014

<https://archive.org/details/geniecivil4719unse>

LE
GÉNIE CIVIL

COMITÉ SUPÉRIEUR DE RÉDACTION

DU GÉNIE CIVIL

MM.

- L. BACLE**, *, Ingénieur civil des Mines, ancien élève de l'École Polytechnique.
- F.-D. BARBIER**, O. *, Ingénieur, Constructeur de phares.
- Georges BERGER**, G.-O. *, Membre de l'Institut, ancien Directeur général de l'exploitation de l'Exposition universelle de 1889, Président honoraire de la Société internationale des Électriciens.
- R. BISCHOFFSHEIM**, *, Ingénieur civil, Membre de l'Institut.
- BIVER**, *, Ingénieur, Administrateur de la Compagnie de Saint-Gobain, Chauny et Cirey.
- P. BODIN**, *, Ingénieur, Professeur du cours de Construction de machines à l'École Centrale, ancien Président de la Société des Ingénieurs civils de France.
- A. BONNET**, *, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Sous-Directeur des Chemins de fer de l'Ouest, Professeur du cours d'Architecture à l'École des Ponts et Chaussées.
- BOURDAIS**, O. *, Architecte du Palais du Trocadéro, ancien Vice-Président de la Société des Ingénieurs civils de France.
- Ch. BOURDON**, O. *, Ingénieur, Professeur du cours de Machines à vapeur à l'École Centrale.
- G. du BOUSQUET**, O. *, Ingénieur en chef du matériel et de la traction du Chemin de fer du Nord, ancien Président de la Société des Ingénieurs civils de France.
- BOUTILLIER**, O. *, Inspecteur général des Ponts et Chaussées en retraite, Professeur du cours de Travaux publics à l'École Centrale, ancien Professeur à l'École des Ponts et Chaussées.
- G. BRESSON**, Ingénieur civil des Mines.
- P. BUQUET**, O. *, Directeur de l'École Centrale des Arts et Manufactures, ancien Président de la Société des Ingénieurs civils de France et de l'Association amicale des anciens élèves de l'École Centrale.
- E. CACHEUX**, *, Président honoraire de la Société française d'hygiène.
- CAUVET**, C. *, ancien Directeur de l'École Centrale des Arts et Manufactures.
- H. COURIOT**, *, Ingénieur, Professeur du cours d'Exploitation des mines à l'École Centrale, ancien Président de la Société des Ingénieurs civils de France.
- Marcel DEPREZ**, O. *, Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France et au Conservatoire des Arts et Métiers.
- A. DOUMERC**, *, Ingénieur civil.
- Joseph FARCOT**, O. *, Ingénieur-Constructeur, ancien Président de la Société des Ingénieurs civils de France.
- A. FICHET**, Ingénieur civil.
- J. FLEURY**, *, Ingénieur civil, ancien Vice-Président de la Société des Ingénieurs civils de France.

MM.

- G. FRIBOURG**, O. *, Inspecteur général des Postes et Télégraphes en retraite.
- J. GROUVELLE**, *, Ingénieur, Professeur du cours de Physique industrielle à l'École Centrale.
- HUDELO**, *, Ingénieur civil, Membre de la Commission des logements insalubres.
- Joseph IMBS**, *, Ingénieur, Professeur du cours de Filature et de Tissage au Conservatoire des Arts et Métiers.
- JACQUEMART**, C. *, Ingénieur civil des Mines, ancien Inspecteur général des Écoles d'Arts et Métiers et de l'Enseignement technique.
- LAUTH**, O. *, Directeur honoraire de l'École de physique et de chimie de la Ville de Paris, Administrateur honoraire de la Manufacture nationale de porcelaine de Sèvres.
- H. LÉAUTÉ**, O. *, Membre de l'Institut, Ingénieur des Manufactures de l'État, Professeur à l'École Polytechnique.
- LEVASSEUR**, C. *, Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France et au Conservatoire des Arts et Métiers.
- LE VERRIER**, *, Ingénieur en chef des Mines, Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.
- Maurice LÉVY**, O. *, Membre de l'Institut, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Professeur du cours de Mécanique appliquée à l'École Centrale, Professeur au Collège de France.
- Ed. LIPPMANN**, *, Ingénieur civil, ancien Répétiteur à l'École Centrale, ancien Président de la Société des Ingénieurs civils de France.
- A. LOREAU**, *, Manufacturier, ancien Président de la Société des Ingénieurs civils de France, Régent de la Banque de France.
- NIVOIT**, O. *, Inspecteur général des Mines, Professeur du cours de Géologie et de Minéralogie à l'École des Ponts et Chaussées.
- Michel PELLETIER**, O. *, Avocat à la Cour d'appel de Paris, Professeur du cours de Législation industrielle à l'École Centrale.
- S. PÉRISSE**, O. *, Ingénieur civil, Président honoraire de l'Association des Industriels de France contre les accidents du travail.
- Al. POURCEL**, ancien Directeur technique des Hauts Fourneaux et Aciéries de Terrenoire, des Forges et Aciéries de Bilbao, et des Aciéries de Port-Clarence.
- RICHEMOND**, C. *, Administrateur de la Société centrale de construction de machines de Pantin, ancien Président du Tribunal de Commerce de la Seine, Régent de la Banque de France.
- G. RICHOU**, *, Ingénieur civil.
- T. SEYRIG**, Ingénieur-Constructeur.
- Emile TRÉLAT**, O. *, Directeur de l'École spéciale d'Architecture, ancien Président de la Société des Ingénieurs civils de France.
- F. VALTON**, *, Ingénieur civil.
- Camille VINCENT**, *, Ingénieur civil, Lauréat de l'Institut, Professeur du cours de Chimie industrielle à l'École Centrale.

Ch. TALANSIER, Ingénieur des Arts et Manufactures, Administrateur-Délégué du *Génie Civil*.

Rédacteur en chef : **A. DUMAS**, Ingénieur des Arts et Manufactures.

AVIS DIVERS

La reproduction des articles et des dessins publiés dans le *Génie Civil* est interdite, sauf entente avec l'Administrateur de la Revue.

Les manuscrits non insérés ne sont pas rendus.

Les demandes de changement d'adresse doivent être accompagnées d'une bande-adresse du Journal et d'une somme de 50 centimes.

En cas de départ pour la province ou l'étranger, joindre aux frais de changement de bandes la différence du prix d'abonnement.

Les 47 volumes déjà parus sont en vente aux bureaux du Journal, ainsi que la II^e Table Générale des Matières (tomes XXI à XL). Celle des 20 premiers Volumes est épuisée.

Toutes les lettres et communications doivent être adressées
à M. Ch. TALANSIER, Administrateur-Délégué du *Génie Civil*,
6, rue de la Chaussée-d'Antin, à Paris.

LE
GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

INDUSTRIE — TRAVAUX PUBLICS — AGRICULTURE — ARCHITECTURE — HYGIÈNE
ÉCONOMIE POLITIQUE — SCIENCES — ARTS

Récompenses aux Expositions d'Électricité (Paris 1881),
d'Amsterdam (1883), de Nice (1884), d'Anvers (1885), de Barcelone (1888), de Lyon (1894), d'Anvers (1894),
Diplômes d'Honneur aux Expositions de Bordeaux (1895) et de Bruxelles (1897).

MÉDAILLE D'OR A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1889

HORS CONCOURS A L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1900

VINGT-CINQUIÈME ANNÉE — TOME XLVII

DEUXIÈME SEMESTRE 1905

ADMINISTRATION & RÉDACTION

6, rue de la Chaussée-d'Antin, 6 *n*

PARIS (9^e)

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Travaux publics** : Le canal de Panama. Historique des deux Compagnies françaises et de la vente de la concession aux États-Unis, p. 1; A. DUMAS. — **Mécanique** : Machine soufflante compound des usines Acklam, à Middlesbrough (Angleterre) (*planche I*), p. 8. — **Hygiène** : L'évacuation des matières de vidange, p. 9; L-Colonel G. ESPITALIER. — **Jurisprudence** : Amendes et retenues sur les salaires des ouvriers et employés,

p. 11; Louis RACHOU. — **Variétés** : Nouveau système d'embrayage, p. 12; — L'apprentissage et l'enseignement professionnel en France, p. 12; — Dynamo à courant continu de 800 kilowatts, à grande vitesse, p. 13.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Académie des Sciences (25 avril 1905), p. 14. — BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 14; — Ouvrages récemment parus, p. 16.

Planche I : Machine soufflante compound des usines Acklam, à Middlesbrough (Angleterre).

TRAVAUX PUBLICS

LE CANAL DE PANAMA

Historique des deux Compagnies françaises et de la vente de la concession aux États-Unis.

Dans une étude parue ici-même ⁽¹⁾, en avril 1900, nous avons exposé quelle était alors la situation du canal intérocéanique et, après avoir

car l'on sait que cette Compagnie s'est laissée acculer à la nécessité d'abandonner sa concession au Gouvernement des États-Unis, pour un prix dérisoire.

Il nous paraît intéressant, maintenant, de résumer et de préciser les différentes causes pour lesquelles cette grande entreprise française a été abandonnée, non pas à des actionnaires plus hardis, mais à un gouvernement qui lui fera sans doute perdre son caractère industriel et pacifique en la transformant en une véritable arme de combat contre l'Europe tout entière. Dans un historique succinct des deux Compagnies françaises qui ont possédé successivement la concession accordée



FIG. 1. — TRAVAUX DU CANAL DE PANAMA : Vue prise, en regardant vers Colon, dans la tranchée de la Culebra (janvier 1901).

discuté les mesures prises par la Compagnie nouvelle du canal de Panama, nous avons manifesté la crainte qu'elles ne fussent insuffisantes pour assurer la reprise sérieuse des travaux et mener l'œuvre à bonne fin. Les événements n'ont que trop confirmé nos prévisions,

par la Colombie, nous montrerons comment les fautes qu'elles ont commises ont retardé la construction du canal jusqu'au moment où les États-Unis ont manifesté la volonté de s'en emparer. Nous rappellerons les principales phases des négociations qui ont eu lieu à ce sujet entre le Gouvernement de Washington, la Colombie et la Compagnie française, et nous terminerons en faisant remarquer combien le canal

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIV, n° 23 à 26.

interocéanique, entre les mains de ce gouvernement, peut devenir funeste aux intérêts européens.

Nous n'insisterons pas sur le fait que les Ingénieurs américains prennent l'entreprise au moment où les études de leurs collègues français en ont fait disparaître tous les aléas. Nous nous réservons de revenir plus tard sur cette question, quand le projet d'achèvement du canal sera définitivement choisi. De récentes dépêches viennent, en effet, d'annoncer que les Ingénieurs américains proposent maintenant d'abandonner le projet de canal à écluses qu'ils avaient d'abord élaboré pour entreprendre l'exécution d'un canal à niveau. Rien n'étant encore décidé à ce sujet, il convient d'attendre avant de rechercher dans les projets américains les idées dont la paternité peut être justement revendiquée par des Français.

Historique. — Si le canal de Panama est achevé dans les délais actuellement prévus, c'est-à-dire en 1913, ce sera exactement quatre cents ans après la découverte de l'Océan Pacifique par Vasco Nuñez de Balboa. Ce navigateur inaugura même le premier transit à travers l'isthme américain, en faisant porter par des Indiens les bois préparés sur le versant Atlantique pour la construction d'une flottille destinée à reconnaître la nouvelle mer.

Dans les premières années qui suivirent les découvertes de Colomb et de Balboa, on crut, d'ailleurs, qu'une communication naturelle existait entre les deux mers.

Dès 1523, Charles-Quint écrivait à Cortès de chercher « le secret du détroit », et Gonzalès, avec une nouvelle flotte transportée de l'Atlantique dans le Pacifique, explora dans ce but la baie de Panama.

Les recherches effectuées pendant une dizaine d'années ayant démontré l'absence d'une communication naturelle, on songea aussitôt à la création d'une voie artificielle permettant de passer d'une mer dans l'autre. En 1534, un décret de Charles-Quint prescrivit l'examen, à cet effet, de l'espace compris entre le Chagres et le Pacifique. Sous Philippe II, cette idée fut abandonnée, sous prétexte que « l'ouverture d'un canal artificiel à travers l'isthme serait contraire à la volonté de Dieu, qui avait mis une barrière entre les deux mers ».

Entre temps, la découverte du détroit de Magellan (1520) avait permis de faire arriver les navires dans l'Océan Pacifique, de sorte que la réunion des deux Océans par une voie à travers l'Amérique centrale avait perdu une partie de son intérêt.

Ce n'est que près de trois siècles plus tard, en 1814, que les publications de Humboldt attirèrent de nouveau l'attention sur la création d'une voie navigable à travers l'Amérique centrale. Plusieurs concessions furent accordées au cours du siècle dernier par les divers gouvernements de l'Amérique centrale, mais il est intéressant de constater que la première en date le fut, en 1838, à une Compagnie française, et visait une voie aboutissant à Panama. Guizot, alors ministre des Affaires étrangères, s'intéressa à cette entreprise, et envoya pour l'étudier un Ingénieur du Corps des Mines, Napoléon Garella, qui dressa un projet de canal à écluses, très remarquable pour l'époque, mais pour l'exécution duquel on ne trouva pas les ressources nécessaires.

En dehors de l'isthme de Panama, les recherches des explorateurs avaient plus particulièrement porté sur le tracé utilisant le fleuve San-Juan et le lac du Nicaragua. Une Commission américaine chargée, en 1876, de faire un rapport sur les différentes expéditions envoyées par le Gouvernement des États-Unis pour explorer les isthmes du Darien, de Panama, du Nicaragua et de Tehuantepec, conclut même en faveur de la route par le Nicaragua. Toutefois, aucune suite ne fut donnée à ce rapport, l'idée d'un canal interocéanique ayant alors, dans ce pays, plus d'adversaires que de partisans.

A cette époque, l'ouverture du canal de Suez avait, d'ailleurs, attiré l'attention du monde entier sur l'utilité d'une voie analogue à travers l'isthme américain. Au premier Congrès des Sciences géographiques, qui eut lieu à Anvers, en 1871, la question fut examinée, et, en 1876, la Société de Géographie commerciale de Paris constitua, pour étudier le problème, un Comité composé de notabilités scientifiques, et présidé par Ferdinand de Lesseps.

La même année, M. L.-N. Bonaparte Wyse et son beau-frère, M. le général Turr, créèrent une Société civile, qui organisa une expédition chargée de faire des études sur le terrain. Après une série d'explorations dans l'isthme de Panama, dirigées par MM. Wyse et Armand Reclus, le premier obtint du Gouvernement colombien, en mai 1878, la concession du canal à ouvrir dans ce pays.

Ferdinand de Lesseps convoque alors, pour le 15 mai 1879, un Congrès, qui prend le nom de « Congrès international d'études du Canal interocéanique ». Une dizaine de projets sont examinés par ce Congrès, mais la lutte est immédiatement circonscrite entre la route de Panama et celle du Nicaragua. Finalement le premier l'emporte et, à la dernière séance, en date du 29 mai, le Congrès vote la proposition suivante :

Le Congrès estime que le percement d'un canal interocéanique à niveau constant, si désirable dans l'intérêt du commerce et de la navigation, est possible, et que ce canal maritime, pour répondre aux facilités indispensables d'accès et d'utilisation que doit offrir avant tout un passage de ce genre, devra être dirigé du golfe de Limon (Colon) à la baie de Panama.

Ce vote équivalait à l'adoption du projet Wyse et Reclus (fig. 3), dont le devis avait d'ailleurs été très notablement modifié par la Commission compétente du Congrès, qui l'avait porté de 427 millions de francs à 765 millions, pour le montant des travaux seulement. En y ajoutant les charges financières, le coût total du canal était estimé 1 200 millions de francs.

COMPAGNIE UNIVERSELLE DU CANAL INTEROCEANIQUE. — En clôturant le Congrès, F. de Lesseps annonça qu'il comptait se mettre à la tête de la nouvelle Société, et quelques jours après, les statuts de la Société constituée en vue de la construction du canal étaient déjà déposés. Une première émission d'un capital-actions de 400 millions de francs eut lieu les 6 et 7 août suivant, en Europe et en Amérique, mais elle échoua lamentablement; à peine 30 millions furent-ils souscrits.

Cet échec était dû à la hâte avec laquelle l'affaire avait été organisée, et surtout à l'indifférence et même à l'hostilité de la presse quotidienne, dont F. de Lesseps n'avait pas jugé à propos de s'assurer le concours, contrairement à ce qu'il fit plus tard dans une si large mesure.

Ce premier échec ne découragea nullement F. de Lesseps.

Dès le 1^{er} septembre, il fonde le *Bulletin du Canal interocéanique*, feuille bi-mensuelle chargée de tenir le public au courant de tout ce qui concerne le canal de Panama. Il s'assure le concours bienveillant, et même enthousiaste de la presse quotidienne, par des subventions adroitement distribuées et, pour frapper l'imagination populaire, il s'embarque, le 8 décembre 1879, pour Panama, emmenant avec lui une Commission dite « Commission technique internationale », chargée de revoir le projet du canal.

Le devis de cette Commission, qui déposa son rapport le 14 février 1880, était peu différent de celui du Congrès, mais, de sa propre autorité, F. de Lesseps le réduisit à diverses reprises, jusqu'à ramener le montant total des travaux à 530 millions de francs. Il va même jusqu'à affirmer que MM. Couvreur et Hersent, les entrepreneurs bien connus, se sont offerts à exécuter les travaux du canal à forfait, pour 512 millions, et qu'on peut évaluer tous les autres frais à 88 millions, de sorte que le coût total de l'entreprise ne serait que de 600 millions.

C'est sur cette base que se constitua la « Compagnie universelle du Canal interocéanique », au capital de 300 millions, sur lesquels 10 millions devaient être attribués, à titre d'apport, à la Société civile qui avait organisé les expéditions Wyse et Reclus et obtenu de la Colombie la concession nécessaire.

Grâce aux mesures prises, la souscription publique des actions, qui eut lieu les 7, 8 et 9 décembre 1880, fut couverte plus de deux fois. La Compagnie fut définitivement constituée le 3 mars 1881, et F. de Lesseps en fut nommé le Président-Directeur.

L'un des premiers actes de la Société fut de s'assurer la possession du Panama Rail Road (chemin de fer de Colon à Panama) qui avait été concédé à une Compagnie américaine, en 1848, laquelle devait être indemnisée en cas de l'exécution d'un canal. Cette acquisition, faite dans des conditions particulièrement onéreuses, et sur lesquelles nous reviendrons plus loin, absorba environ 100 millions de francs.

Au point de vue des travaux, la Compagnie signa, dès le 12 mars 1881, avec MM. Couvreur et Hersent, un traité par lequel ces entrepreneurs s'engagèrent, non pas à construire le canal pour un forfait de 512 millions, ainsi qu'on l'avait dit pour attirer les souscripteurs, mais seulement à organiser l'entreprise et attaquer les travaux sur plusieurs points, afin d'arriver à établir les prix unitaires. Cette période terminée, ils avaient la faculté de traiter d'après ces prix unitaires, mais aussi celle de se retirer, et c'est ce qu'ils firent à la fin de l'année 1882.

Sur leurs conseils, la Compagnie distribua le travail à une série de petits entrepreneurs recrutés pour la plupart parmi ses agents et n'ayant pas plus de capitaux que d'expérience, de sorte qu'elle dut leur fournir le matériel nécessaire, à charge par eux d'en payer la location.

Trois ans plus tard, c'est-à-dire à la fin de 1885, on s'aperçut que cette façon de travailler ne permettrait pas d'achever les travaux dans les délais fixés, car la production mensuelle n'avait pu dépasser 600 000 mètres cubes et, de plus, les études complémentaires avaient démontré que le cube des déblais à extraire s'élèverait, non pas seulement à 75 millions de mètres cubes, comme on l'avait cru tout d'abord, mais bien à 120 millions.

On résolut alors de faire appel à de grands entrepreneurs entre lesquels on partagerait les travaux à exécuter et qui s'engageraient à terminer leurs lots pour le 1^{er} janvier 1889, date fixée pour l'ouverture du canal. Malheureusement, cette nouvelle méthode de travail ne fut guère plus satisfaisante que les précédentes et l'on dut bientôt reconnaître, encore une fois, que la production réelle des chantiers, hors de proportion avec celle prévue et stipulée dans les contrats, ne permettrait pas non plus de terminer le canal dans le court intervalle de temps qui séparait de la date fixée pour sa mise en exploitation.

En présence de l'impossibilité bien démontrée d'exécuter le canal à niveau dans les délais annoncés, la Compagnie se décida à faire étudier

les moyens qui pourraient être employés pour établir, le plus promptement possible, une communication entre les deux Océans, tout en continuant le creusement du canal à niveau. Après avoir tant déclaré que ce dernier était le seul admissible, on ne pouvait y renoncer brusquement et, pour éviter que l'ouverture du canal à écluses ne causât une trop vive émotion, il était nécessaire de présenter la nouvelle solution, non pas comme définitive, mais comme une simple étape vers le canal à niveau.

Dans une lettre écrite le 15 novembre 1887, à M. Rouvier, alors Président du Conseil des ministres, pour lui demander l'autorisation d'émettre des obligations à lots, F. de Lesseps expliquait ce changement de programme en disant :

Qu'il s'était décidé à faire pour le canal maritime de Panama ce qu'il avait fait jadis dans des circonstances identiques à Suez, c'est-à-dire assurer au trafic annuel prévu de 7 millions et demi de tonnes un passage suffisant et réserver à l'avenir l'achèvement du canal définitif, au moyen de prélèvements minimes, comme à Suez, sur les bénéfices annuels de l'exploitation.

annonçait au public qu'il venait de signer avec M. Eiffel « l'engagement nécessaire pour assurer l'ouverture du canal à la grande navigation ». En réalité, M. Eiffel ne se chargeait que de l'exécution des écluses, les autres travaux restant confiés aux mêmes entrepreneurs.

L'échec partiel de l'émission d'obligations à lots, qui eut lieu le 8 juin 1888, et qui ne fournit que 223 millions sur 600 millions demandés, et l'échec complet de la nouvelle émission des titres restants tentée le 11 décembre de la même année, déterminèrent la cessation des paiements de la Compagnie dont les administrateurs se retirèrent.

Une dernière tentative faite par F. de Lesseps pour relever l'affaire par la constitution d'une Société nouvelle échoua lamentablement et, sur la demande d'une Assemblée générale d'actionnaires qui eut lieu le 28 janvier 1889, le Tribunal de la Seine prononça, le 4 février suivant, la dissolution et la mise en liquidation de la Société et nomma liquidateur M. Brunet, ancien ministre. Le 8 mars 1890, M. Monchicourt lui succédait et était à son tour remplacé, le 14 mars 1894, par M. Gautron, qui est encore en fonctions actuellement.

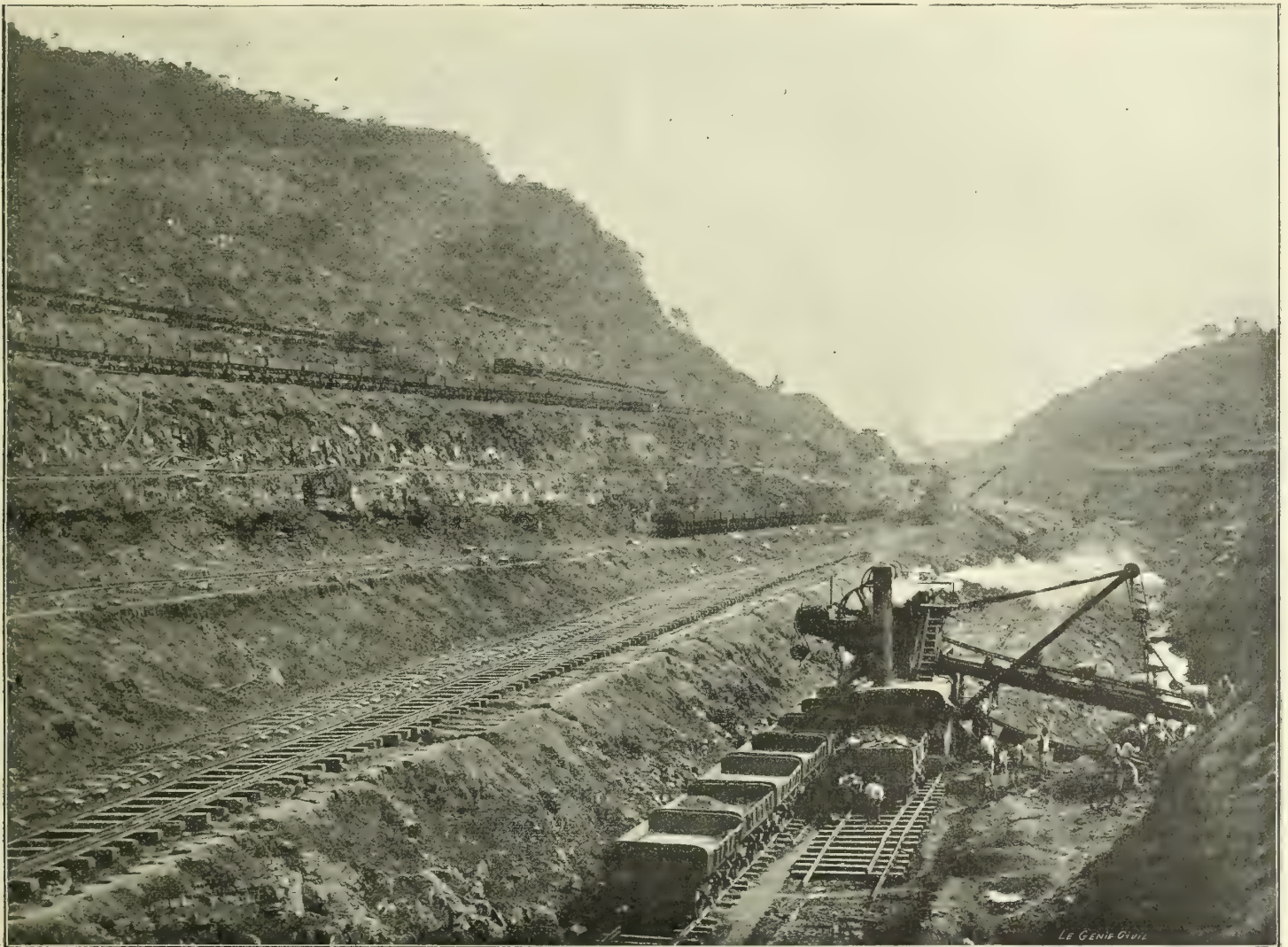


FIG. 2. — TRAVAUX DU CANAL DE PANAMA : Vue prise, en regardant vers Panama, dans la tranchée de la Culebra (janvier 1901).

Malheureusement, la situation était loin de comporter une pareille assimilation avec celle dans laquelle s'était trouvée le canal de Suez. S'il est vrai que ce dernier n'était pas complètement terminé au moment de son inauguration en 1869, il faut dire qu'il était néanmoins ouvert à niveau sur toute sa longueur et qu'il présentait une profondeur moyenne de 6 mètres, excepté en quelques points où se trouvaient des seuils recouverts de 5 mètres d'eau seulement ou même un peu moins. A Panama, au contraire, le canal provisoire, dont on voulait obtenir au plus tôt la réalisation, comportait un bief supérieur dont le plan d'eau devait être à 49 mètres au-dessus du niveau de la mer et auquel on n'aurait pu accéder qu'après avoir franchi cinq écluses à haute chute. Sur les 75 kilom. de longueur totale du canal, 40 kilom. devaient être avec biefs surélevés et, par suite, 35 kilom. seulement devaient être à niveau.

Cette solution s'éloignait même tellement du canal à niveau, que l'on n'osait, pour ainsi dire, pas l'avouer et qu'on n'en parlait que dans les termes les plus ambigus.

En effet, en même temps qu'il demandait au Gouvernement l'autorisation d'émettre pour 600 millions de valeurs à lots, F. de Lesseps

Au 14 décembre 1888, au moment où la Compagnie cessa de fonctionner régulièrement, elle avait dépensé un capital d'environ 1 435 millions de francs, dont 300 millions d'actions, 1 035 millions d'obligations et environ 400 millions provenant de diverses ressources, notamment des produits du Panama Rail Road ou résultant de dettes non encore réglées à ce jour.

Le canal était cependant bien loin d'être terminé. Sur 120 millions de mètres cubes que, d'après le projet définitif, devait comporter l'excavation du canal à niveau, une cinquantaine de millions seulement avaient été exécutés et encore convient-il d'ajouter qu'à peu près la moitié de ce dernier cube s'appliquait à des dragages dans les parties voisines du Pacifique et surtout de l'Atlantique, c'est-à-dire aux déblais les plus faciles et les moins coûteux.

Pour l'exécution du canal à écluses il restait encore, de l'aveu même de F. de Lesseps, à l'Assemblée générale du 26 janvier 1889, encore 35 millions de mètres cubes à excaver. Si l'on ajoute au travail nécessaire pour l'extraction de ce volume celui occasionné par les maçonneries des écluses et autres travaux d'art, on se rend aisément compte que, quand bien même l'émission du 8 juin 1888 eût complètement réussi, c'est-à-dire eût fourni les 600 millions demandés au lieu de

223 millions seulement, le canal n'eût pu être achevé en 1890 et avec cette seule ressource.

Il ne faut, d'ailleurs, pas perdre de vue, que le projet dont il était alors question n'était pas celui d'un canal définitif, mais celui d'un canal provisoire (fig. 4) dans lequel la navigation aurait été très difficile et dont les écluses auraient absorbé des frais d'entretien énormes par suite de leur mode d'alimentation.

Sur les 75 kilom. de longueur totale du canal il n'y aurait eu que 22 kilom. du côté de l'Atlantique et 13 du côté du Pacifique au niveau de la mer. Les 40 kilom. restants auraient été répartis en neuf biefs surélevés, séparés par des écluses de 8 ou de 11 mètres de chute, le bief central ayant son plan d'eau à 49 mètres au-dessus du niveau de la mer. L'alimentation de ce bief de partage des eaux, placé en pleine Cordillère, devait se faire au moyen de pompes mises en mouvement par des machines à vapeur représentant une puissance totale de 7 000 chevaux et occasionnant des frais d'exploitation excessifs.

Nous n'insisterons pas sur les critiques faites à ce projet qui a été en quelque sorte condamné sans appel par la Commission d'Études présidée par M. Guillemain, ancien Directeur de l'École des Ponts et Chaussées.

Cette Commission, nommée par M. Brunet, au lendemain de la mise en liquidation de la Compagnie, est la première qui ait fait la lumière sur cette question du canal de Panama. Non seulement elle a vérifié les travaux faits par l'ancienne Compagnie et montré que son projet de canal à écluses devait être profondément modifié pour être acceptable, mais elle a aussi examiné les revenus probables que pouvait donner l'entreprise et mis en garde contre les appréciations trop optimistes qui avaient eu cours jusqu'alors. Son rapport, déposé le 5 mai 1890, a eu une très grande importance et a été la base de toutes les études sérieuses faites depuis sur la question du canal interocéanique.

PROROGATIONS DU CONTRAT DE CONCESSION. — D'après le contrat de concession accordé par la Colombie, le canal devait être livré à l'exploitation en 1893 et ce délai ne pouvait être prorogé que de six années, par le Pouvoir exécutif, c'est-à-dire jusqu'au 3 mars 1899. La Commission d'Études ayant déclaré, en 1890, qu'un délai de huit ans était nécessaire pour achever le canal et la constitution d'une Compagnie d'achèvement pouvant demander un délai assez long, il était nécessaire non seulement de s'assurer que la prorogation de six années éventuellement prévue serait accordée, mais encore d'obtenir une marge un peu plus grande.

C'est dans ce but que le liquidateur chargea M. L. N. B. Wyse de se rendre à Bogota, pour obtenir une prorogation du délai primitif. Après de laborieuses négociations, M. Wyse obtint un nouveau contrat, en date du 10 décembre 1890, par lequel, moyennant certaines concessions et le paiement d'une indemnité de 15 millions de francs à la Colombie, le délai fixé pour l'achèvement était prorogé de dix années à la condition que la Compagnie à former en vue de cet achèvement serait constituée et reprendrait effectivement les travaux au plus tard le 28 février 1893.

Quelques vagues tentatives avaient déjà été faites en vue de former cette Société, quand éclatèrent les scandales provoqués par les accusations portées à la tribune de la Chambre des députés, par M. Delahaye, dans la séance du 21 novembre 1892.

Il est inutile d'insister sur les tristes débats qui suivirent ces révélations sensationnelles, conséquences de l'information judiciaire ouverte contre les Administrateurs de la Compagnie de Panama, à la date du 11 juin 1891.

Le discrédit dans lequel tomba l'affaire de Panama au cours des différents procès qui s'ensuivirent rendit naturellement toute tentative de reconstitution de l'affaire impossible à ce moment-là. Le liquidateur dut demander au Gouvernement colombien la prorogation du délai accordé pour la constitution d'une nouvelle Compagnie, qui, comme nous l'avons dit, finissait le 28 février 1893. Par un nouveau traité le liquidateur obtint, moyennant le paiement d'une nouvelle indemnité de 2 millions à la Colombie, que ce délai fût reporté au 31 octobre 1894, les dix années accordées pour l'achèvement du canal devant toujours compter à partir de la date de la constitution de la nouvelle Société.

CONSTITUTION DE LA COMPAGNIE NOUVELLE. — Environ six mois avant l'expiration de ce délai, MM. Gautron, liquidateur, et Lemarquis, mandataire des obligataires, estimèrent qu'il fallait à tout prix constituer une Société capable de reprendre les travaux de façon à empêcher la déchéance de la Concession. Croyant que l'état des esprits ne permettait pas de songer à la formation d'une Compagnie disposant d'un capital suffisant pour achever le canal, ils résolurent de s'en tenir à la constitution d'une Société au capital de 60 millions, capable de faire les études et travaux nécessaires pour mettre hors de doute la possibilité de l'exécution du canal qui avait été fortement contestée pendant les débats que nous avons rappelés plus haut.

Pour obtenir la plus grosse partie de ces 60 millions, MM. Gautron et Lemarquis eurent l'idée de s'assurer, par une transaction, le con-

cours des gros débiteurs, ou gens présumés tels, qui étaient assignés par eux en restitution de certaines sommes indûment perçues. Ces débiteurs étaient composés de certaines Sociétés de crédit, d'administrateurs, d'entrepreneurs et de bénéficiaires des Syndicats de l'ancienne Société et, par cette transaction, ils s'engageaient, en échange du désistement du liquidateur, à souscrire des actions de la Compagnie à créer pour le montant des sommes que ce dernier leur avait d'abord réclamées. De son côté, le liquidateur s'engageait à souscrire des actions de la nouvelle Compagnie jusqu'à concurrence de la somme nécessaire pour parfaire la somme de 60 millions, dans le cas où la souscription publique faite dans ce but ne fournirait pas cet appoint.

La moitié du capital de la nouvelle Société, soit 30 millions, était réservée aux débiteurs transactionnaires et l'autre moitié fit l'objet d'une émission publique qui eut lieu le 22 septembre 1894. L'absence complète de toute publicité au sujet de cette émission présente un contraste frappant avec les émissions faites par l'ancienne Compagnie.

Elle eut pour résultat que sur 30 millions offerts au public 3 484 300 francs seulement furent souscrits. Près de 7 000 souscripteurs, cependant, prirent part à cette émission, mais 2 494 d'entre eux, c'est-à-dire plus du tiers, ne souscrivirent qu'une seule action de 100 francs, et 1 716 n'en souscrivirent que deux.

Le résultat de cet échec fut que les débiteurs transactionnaires, au nombre d'une centaine, purent souscrire pour la totalité de leurs transactions, dont l'ensemble s'élevait à 40 620 700 francs et pour parfaire le capital de 60 millions, le liquidateur dut souscrire pour une somme de 15 895 000 francs (1).

De plus, 5 millions d'actions libérées ont été attribuées au Gouvernement colombien en exécution des contrats de prorogation accordés les 10 décembre 1890 et 4 avril 1893, de sorte que le capital de la Société nouvelle était en réalité de 65 millions. Cette Société, qui a pris le nom de « Compagnie nouvelle du Canal de Panama », fut définitivement constituée le 20 décembre 1894.

Pour comprendre la façon dont elle a été administrée et pourquoi ses souscripteurs ne couraient presque aucun risque, il est nécessaire de connaître les dispositions les plus essentielles de ses statuts.

En échange de l'apport fait à la Compagnie nouvelle de la concession, des travaux exécutés, du matériel, des plans et devis, etc., la Liquidation devait recevoir une part dans les bénéfices de l'entreprise dont les produits annuels devaient servir à acquitter d'abord toutes les charges, puis 5 % pour les intérêts et l'amortissement des actions de la Compagnie nouvelle. Autrement dit, avant tout partage avec la Liquidation, cette Compagnie assurait à ses actionnaires un revenu de 5 % et ce n'est que l'excédent de ce revenu qu'elle partageait avec elle dans la proportion de 60 % pour la Liquidation et 40 % pour la Compagnie nouvelle.

Parmi les apports faits par le liquidateur à la Compagnie, il faut signaler d'une façon particulière celui de ses droits de toute nature sur le chemin de fer de Panama qui, comme on le sait, était devenu la propriété de l'ancienne Compagnie. Cet apport ne devenait définitif que si l'achèvement du canal avait lieu dans les délais prescrits; dans le cas contraire, lesdits droits faisaient retour à la Liquidation. Toutefois, si c'était par suite de circonstances indépendantes de sa volonté que la Compagnie nouvelle ne pût réaliser l'achèvement du canal, les droits sur le chemin de fer lui restaient acquis à la condition de verser à la Liquidation une somme de 20 millions et, dans ce cas, la part de bénéfices attribuée à cette dernière devait être de la moitié de ceux réalisés par la Compagnie nouvelle, sans autres prélèvements que les frais d'exploitation.

Enfin, d'après l'article 75 des statuts, lorsque les dépenses effectuées atteindraient environ la moitié du capital en numéraire, une Commission technique spéciale devait se prononcer sur les résultats acquis par les travaux exécutés et sur les conséquences à en tirer pour la suite de l'entreprise. A la suite du rapport de cette Commission, une Assemblée générale des actionnaires, spécialement convoquée à cet effet, devait décider s'il y avait lieu ou non de poursuivre l'achèvement du canal.

(1) En définitive, les souscriptions de la nouvelle Compagnie se décomposaient ainsi :

30 Administrateurs de l'ancienne Compagnie.	Fr. 7 885 000
Entrepreneurs de l'ancienne Compagnie :	
MM. Artigue et Sonderegger.	1 100 000
Bunau-Vanilla.	1 100 000
Baratoux et Letellier.	2 200 000
Couvreux et Hersent.	500 000
Eiffel.	10 000 000
Jacob heritiers.	750 000
Etablissements de crédit :	
Crédit Lyonnais.	4 000 000
Société Générale.	4 000 000
Crédit Industriel et Commercial.	2 000 000
60 Bénéficiaires de syndicats créés de l'ancienne Compagnie.	3 285 700
M. Hugo Oberndorffer.	3 800 000
Souscription publique.	3 484 300
Souscription de la liquidation.	15 895 000
TOTAL.	Fr. 60 000 000

On voit qu'en définitive la Compagnie nouvelle ne s'était engagée envers la Liquidation qu'à consacrer environ la moitié de son capital, y compris l'indemnité de 7 500 000 francs restant à payer en numéraire à la Colombie, à la tentative d'achèvement du canal. Une fois cette somme dépensée, elle était libre de renoncer à cet achèvement si elle y trouvait son intérêt, quand bien même la preuve du facile achèvement du canal aurait été indéniablement faite et reconnue par la Commission nommée en vertu de l'article 75 des statuts. La décision à prendre appartenait à l'Assemblée générale des actionnaires à qui deux solutions pouvaient être proposées :

1^o Entreprendre l'achèvement du canal d'une façon effective en constituant à cet effet une Compagnie ayant un capital suffisant pour mener les travaux à bonne fin ;

2^o Renoncer à l'achèvement du canal et se contenter d'exploiter le chemin de fer de Colon à Panama, après avoir versé 20 millions à la Liquidation de l'ancienne Compagnie, avec qui on aurait partagé les bénéfices de cette exploitation.

Dans le premier cas, la constitution d'une Société puissante, prenant en mains l'exécution du canal, permettait aux souscripteurs de 1894, ou bien de conserver leurs titres, s'ils avaient réellement confiance en leur valeur, ou bien de les écouler peu à peu sur le marché s'ils avaient des doutes sur leur avenir.

Dans le second cas, l'exploitation du Panama Rail Road assurait à la Compagnie un revenu qu'on peut évaluer à 5 ou 6 % de son capital.

Si l'achèvement du canal était abandonné, la concession devenait caduque il est vrai, et la Colombie était libre d'en accorder une nouvelle à une Société quelconque, mais le Panama Rail Road restait la propriété indivise de la Compagnie et de la Liquidation.

autre Société, cette dernière aurait été dans l'obligation de payer une indemnité à ladite Compagnie. On a vu qu'en 1881 cette indemnité s'était traduite par une somme d'environ 100 millions de francs.

Ces courtes explications nous paraissent suffisantes pour montrer que les souscripteurs de la Compagnie nouvelle ne couraient, en somme, aucun risque, et si nous insistons sur ce point, c'est parce que nous croyons qu'il faut attribuer à cette circonstance l'inertie de cette Compagnie et l'absence d'effort sérieux fait par elle pour entreprendre effectivement l'achèvement du canal. On a vu d'ailleurs que les deux tiers du capital de cette Société avaient été fournis par des souscripteurs forcés, car on ne peut guère donner un autre nom aux transactionnaires dont nous avons parlé plus haut, et il ne semble pas téméraire de penser que les actionnaires de cette catégorie, qui étaient les maîtres de la Compagnie, n'avaient guère d'autre souci que de rentrer dans leur mise.

GESTION DE LA COMPAGNIE NOUVELLE. — Au moment de sa constitution, la Compagnie se trouvait en présence d'une situation parfaitement définie :

1^o Par le rapport de la Commission d'Études Guillemain, qui avait déclaré que l'exécution d'un canal à écluses exigeait un délai de huit ans ;

2^o Par le contrat de prorogation du 4 avril 1893 qui lui accordait un délai de dix ans, pour l'achèvement des travaux, c'est-à-dire jusqu'au 31 octobre 1904.

Dans ces conditions, la Compagnie nouvelle disposait donc de deux ans pour vérifier et améliorer, au besoin, le projet de la Commission d'Études, ou même en établir un autre plus ou moins différent, mais

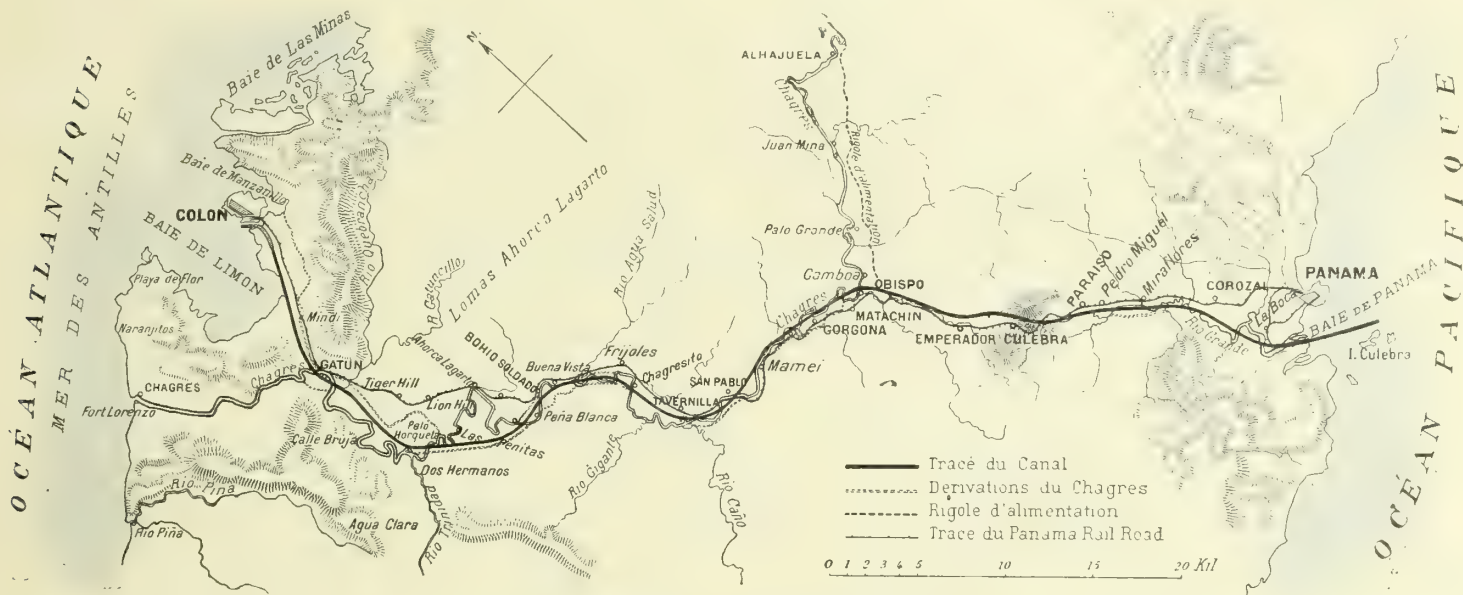


FIG. 3. — Tracé du canal de Panama.

Dans ce cas, tous les travaux exécutés pour le canal revenaient de droit à la Colombie, mais le Panama Rail Road était une Société indépendante qui conservait tous ses droits et privilèges jusqu'à l'expiration de sa propre concession, soit jusqu'au 15 août 1966.

Or, dans la convention passée avec le Panama Rail Road, le Gouvernement colombien s'est interdit, jusqu'à cette date, de construire ou de concéder, dans l'isthme de Panama, un canal maritime sans le consentement de cette Compagnie. Cette dernière n'a pas le droit, il est vrai, de s'opposer à la construction de ce canal, mais dans le cas où il viendrait à être construit, elle peut exiger de la Compagnie du canal une indemnité équitable en compensation des dommages que lui causera une telle concurrence.

Cette attribution d'une indemnité à payer au chemin de fer en cas de construction d'un canal a d'ailleurs été sanctionnée par l'article 3 de la concession de canal accordée à M. Wyse, en 1878.

Pour éluder la question de l'indemnité à payer à la Panama R. R. Co la Compagnie du canal acheta, en 1881, à un syndicat qui s'était formé pour les recueillir, 68 534 actions de cette Compagnie sur les 70 000 que comportait en tout son capital social. Ces actions, dont la valeur nominale était de 100 dollars, furent payées 268 dollars.

De ce fait la Compagnie du canal devenait maîtresse de la Compagnie du chemin de fer, tout en lui laissant son autonomie, et cette dernière ne réclama pas l'indemnité à laquelle elle avait droit pour le préjudice que lui causait l'établissement du canal.

On voit donc que dans le cas de caducité de la concession du canal les droits de la Compagnie du Panama R. R. restent intacts, et que si la Colombie avait été amenée, à la suite de cette caducité, à prendre possession des travaux faits et à confier l'achèvement du canal à une

elle devait être en mesure, dès la fin de sa deuxième année d'existence, d'entreprendre effectivement l'exécution du projet qu'elle aurait choisi.

Un exposé sommaire des actes de la Compagnie montrera que ce programme, qui était cependant imposé par les circonstances, n'est pas celui qu'elle a suivi.

Dès sa nomination, le Conseil d'administration choisit pour présider le Comité technique, dont la nomination était prévue par les statuts, M. de la Tournerie, Inspecteur général des Ponts et Chaussées en retraite, et lui confia le soin d'organiser la reprise partielle des travaux et les études à faire sur le terrain en vue de l'élaboration d'un projet définitif.

La reprise partielle immédiate des travaux était imposée par le contrat de prorogation de la concession. Elle a consisté presque uniquement dans le creusement d'une cunette à travers la grande tranchée centrale de la Culebra; les figures 1 et 2 montrent des excavateurs exécutant ce travail qui s'est traduit par l'enlèvement d'environ 7 millions de mètres cubes de déblais. Les terrassements exécutés suivant ce programme ont d'ailleurs permis d'apprécier les difficultés que présente le creusement de cette tranchée.

Quant aux études à faire sur le terrain, leur importance était capitale puisqu'elles devaient servir de base à l'élaboration du projet définitif. D'après le programme tracé par M. de la Tournerie, ces études devaient avoir surtout pour objectif de vérifier les données sur lesquelles reposaient les projets présentés : par la Commission d'Études Guillemain, par M. Wyse à la suite de la mission qui lui avait été confiée par le liquidateur en 1889, et par M. A. Dumas, en 1891, à la suite d'un séjour de cinq ans sur les chantiers de l'ancienne Compagnie.

Ces projets, qui ont été décrits dans le *Génie Civil* (1), comportaient tous des écluses et l'inondation de la vallée du Chagres, suivant l'idée émise, au Congrès de 1879, par M. Godin de Lépinay. Cette idée, reprise par la Commission Guillemain en 1890, a été depuis la base de tous les projets d'achèvement du canal, y compris celui adopté par la Commission nommée en 1899 par le Gouvernement des États-Unis et qui est actuellement en voie d'exécution. Tous ces projets conservent d'ailleurs le tracé du canal à niveau de l'ancienne Compagnie.

Ce tracé (fig. 3) se divise en trois parties bien distinctes :

La première, longue de 45 kilom. et comprise entre l'Atlantique et Matachin, occupe le thalweg de la vallée du Chagres, sauf sur les 9 premiers kilom., entre Colon et Gatun, où elle traverse les marais du Mindi.

La dernière, entre le Pacifique et Pedro-Miguel, longue de 15 kilom., dont 5 dans le Pacifique, emprunte la vallée du Rio-Grande.

Enfin, la section intermédiaire, à peu près de même longueur que la précédente, entre Matachin et Pedro-Miguel, traverse le massif central de la Cordillère au col de la Culebra, dont le point culminant, sur l'axe du tracé, se trouve à 102 mètres au-dessus du niveau de la mer et à une distance d'environ 54 kilom. de l'Atlantique et 16 kilom. du Pacifique.

Le Rio-Grande n'est qu'un ruisseau peu gênant pour la construction du canal, mais il n'en est pas de même du Chagres qui a un débit variant de 20 à 120 mètres cubes par seconde, sujet à des crues fréquentes de 500 à 600 mètres cubes et à des crues extraordinaires dépassant 2 000 mètres cubes.

Le régime torrentiel de ce fleuve et sa position par rapport au canal, dont il coupe vingt-huit fois le tracé, constituent un obstacle aussi difficile à vaincre que l'exécution de la grande tranchée de la Culebra.

L'ancienne Compagnie avait résolu le problème en creusant, parallèlement au canal maritime, d'un côté un lit spécial pour le Chagres et ses affluents de rive droite, et de l'autre côté un canal destiné à recevoir les affluents de rive gauche.

Cette solution est d'ailleurs la seule pratiquement réalisable dans le cas d'un canal à niveau.

La solution imaginée par M. Godin de Lépinay a l'avantage de résoudre la question de l'aménagement du Chagres en même temps que de réduire la hauteur de la tranchée centrale. Elle consiste à établir un grand barrage dans la partie inférieure de la vallée de ce fleuve, de façon à transformer cette vallée en un immense lac destiné à fournir une grande partie de la voie navigable. Non seulement la hauteur du plan d'eau ainsi obtenue permet de diminuer d'autant la profondeur de la tranchée à percer à travers la Cordillère, mais cette immense nappe d'eau peut recevoir sans inconvénient les eaux fluviales, qu'il serait très dangereux de laisser pénétrer dans la cuvette d'un canal ordinaire.

Cette solution ne reçut malheureusement pas, au Congrès de 1879, l'accueil qu'elle méritait car son adoption aurait peut-être évité le désastre auquel a conduit le choix du canal à niveau. Elle comportait, en principe, un grand lac formant bief de partage des eaux et obtenu en barrant les vallées du Chagres et du Rio-Grande. La différence du niveau entre ce lac, situé à la cote 24, et la mer, était obtenue par une échelle de cinq écluses de 4^m 80 de chute du côté de l'Atlantique, et par une échelle de six écluses de 4^m 50 de chute du côté du Pacifique, à cause des marées.

Tombée dans l'oubli pendant une dizaine d'années, cette idée d'un lac central a été reprise par la Commission Guillemain en 1889, et elle est devenue la base de son projet. Toutefois cette Commission, estimant que la tranchée qui doit traverser la Cordillère est le plus grand obstacle à l'achèvement du canal, avait cherché à réduire encore davantage sa profondeur en élevant jusqu'à la cote 35 le niveau du lac central. Pour ne pas donner au barrage du Chagres une trop grande hauteur, elle avait été conduite à prévoir

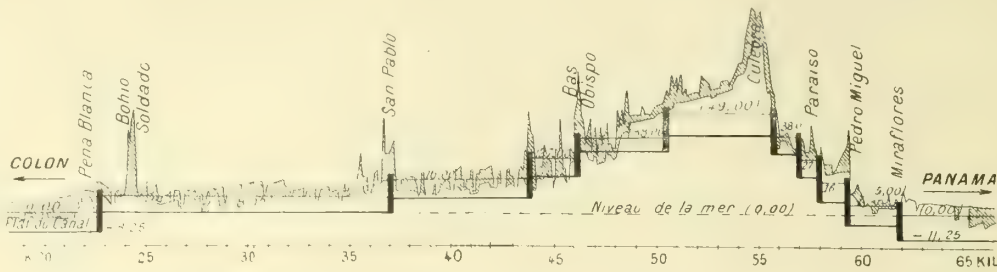


FIG. 4. — Profil en long du projet de l'ancienne Compagnie, à dix écluses (1887).

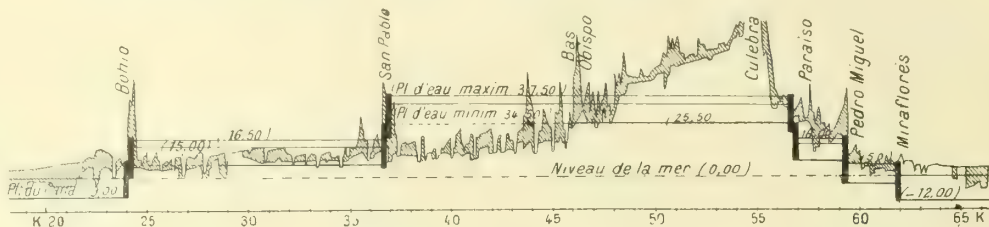


FIG. 5. — Profil en long du projet de la Commission d'Études, à huit écluses (1890).

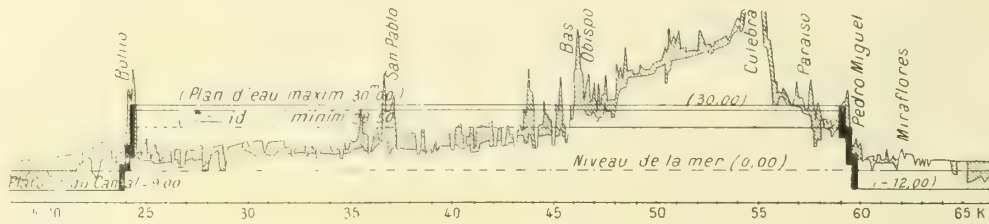


FIG. 6. — Profil en long du projet Wyse, à six écluses (1891).

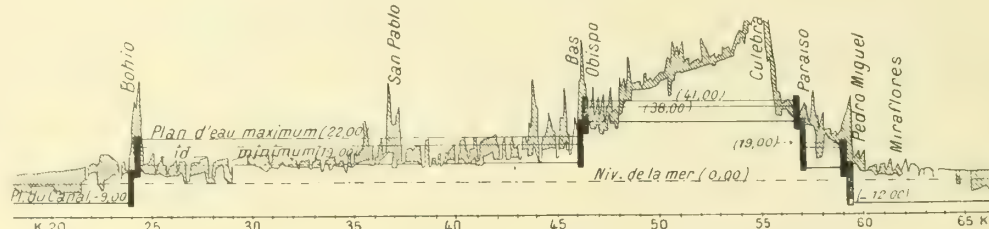


FIG. 7. — Profil en long du projet A. Dumas, à huit écluses (1891-1893).

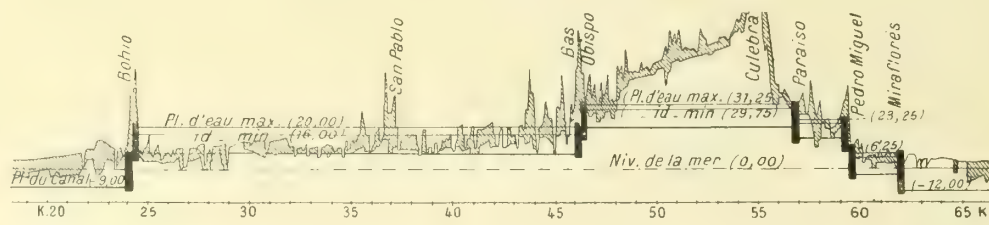


FIG. 8. — Profil en long du projet de la Compagnie nouvelle, à huit écluses (1898).

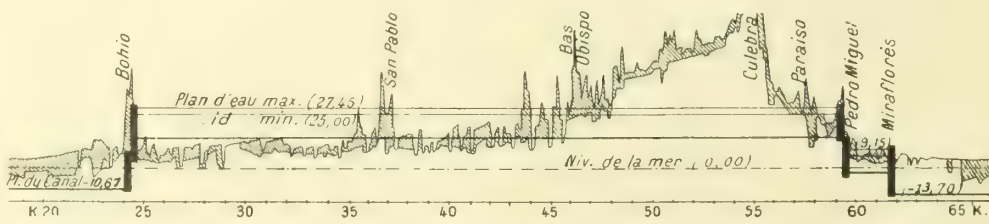


FIG. 9. — Profil en long du projet de la Commission américaine, à cinq écluses (1901).

Dans ces profils les parties hachurées représentent le cube enlevé par l'ancienne Compagnie.

(1) Voir dans le *Génie Civil* :

Pour le projet de la Commission d'Études, t. XVII, n° 24, p. 378.

Pour le projet Wyse, t. XIX, n° 1, p. 2.

Pour les projets A. Dumas, t. XIX, n° 16, p. 255, et t. XXIX, n° 9, p. 138.

Pour la comparaison de ces projets entre eux, t. XXXVI, n° 25, p. 401.

deux barrages dans la vallée de ce fleuve, de façon à créer deux lacs superposés ayant leur niveau variable, le premier entre les cotes 16 et 20, et le second entre les cotes 35 et 37,50 (fig. 5). A chacun de ces deux barrages situés l'un à Bohio-Soldado et l'autre à San-Pablo, était accolée une échelle de deux écluses de 8 à 11 mètres de chute. Du côté du Pacifique, la différence de niveau entre le lac supérieur et la mer était également rachetée par quatre écluses réparties en trois groupes.

Peu de temps après que la Commission eut déposé son rapport, on s'aperçut que l'emplacement prévu pour un deuxième barrage sur le Chagres, à San-Pablo, était impropre à la construction d'un ouvrage de ce genre et qu'il était prudent d'y renoncer. Deux nouvelles solutions-types furent alors proposées : l'une par M. Wyse, l'autre par M. A. Dumas.

Dans la première, on revenait simplement à la solution comportant un lac unique, dont le niveau était relevé à la cote 30 (fig. 6), et la différence de niveau de ce lac avec la mer était rachetée par trois écluses sur chaque versant. En abaissant de 16 mètres, environ, le niveau du bief de partage, cette solution avait l'inconvénient d'augmenter d'autant

ces pompes nous avions proposé d'utiliser la force motrice gratuitement fournie par la chute hydraulique créée par le barrage de Bohio ; cette énergie, recueillie sur des turbines actionnant des dynamos, aurait été transportée par l'électricité entre ces deux points, distants d'environ 25 kilom., et employée à actionner les pompes.

Ayant reconnu la nécessité de diminuer la hauteur du barrage prévu à Bohio, nous ramenâmes à la cote 22 le niveau du lac créé par cet ouvrage, ce qui nous donna la solution représentée par la figure 7, qui est en tout semblable à la précédente mais qui ne comporte que huit écluses au lieu de dix.

M. de la Tournerie avait d'abord adopté les dispositions prévues dans nos deux solutions, mais à la suite de circonstances que nous avons déjà signalées (1), il remplaça l'alimentation du bief supérieur au moyen de machines électriques par une alimentation obtenue à l'aide d'une dérivation des eaux du Haut-Chagres, ayant son origine à un grand barrage prévu à Alhajuela.

Grâce aux renseignements fournis par les auteurs des projets ci-dessus, cet Ingénieur avait pu, dès le mois de juin 1895, arrêter un programme général d'achèvement du canal, dont il estimait le coût,



FIG. 10. — TRAVAUX DU CANAL DE PANAMA : Vue du wharf construit par la Compagnie nouvelle à La Boca (baie de Panama).

la profondeur de la tranchée centrale, c'est-à-dire de l'obstacle réputé le plus difficile et le plus coûteux par la Commission Guillemain.

C'est au contraire en vue de réduire encore davantage que ne l'avait fait cette dernière, l'importance de cette tranchée que nous proposâmes notre première résolution. Elle consistait également dans le relèvement du lac créé par le barrage de Bohio jusqu'à la cote 30, mais au lieu de supprimer purement et simplement le barrage de San-Pablo nous reportions cet ouvrage dans la vallée de l'Obispo, petit affluent du Chagres qui suit le tracé du canal à partir du point où ce dernier s'en écarte par un coude à angle droit (fig. 3 et 7). Dans ces conditions le niveau de l'eau dans le bief central peut être relevé jusqu'à la cote 49, c'est à dire à 13 mètres plus haut que dans le projet de la Commission Guillemain ; il faut alors cinq écluses sur chaque versant pour racheter cette différence, mais cet inconvénient est compensé par une très grande réduction dans les dépenses et les difficultés d'exécution de la tranchée de la Culebra.

Dans cette solution le bief de partage, ou lac supérieur, est isolé du Chagres dont les eaux s'épanouissent dans le lac créé par le barrage de Bohio et situé à 19 mètres plus bas. Pour alimenter ce bief, c'est-à-dire lui fournir l'eau nécessaire au fonctionnement des écluses, nous avons prévu une batterie de pompes établies à Obispo, près de l'échelle de deux écluses réunissant les deux lacs, et pour actionner

pour les travaux seulement, à 500 millions, chiffre peu différent de celui adopté plus tard par la Compagnie nouvelle.

Le rapport de M. de la Tournerie exposant son projet, capable de ranimer l'espoir de ceux qui s'intéressaient encore à l'achèvement du canal, fut soigneusement tenu secret, et nous pouvons même affirmer que ce n'est que par suite d'une indiscretion qu'il fut publié dans un journal financier (2).

M. de la Tournerie ayant résigné ses fonctions à fin janvier 1896, la présidence du Comité technique fut attribuée à M. Robaglia, également Inspecteur général des Ponts et Chaussées, en retraite.

C'est sous le contrôle de ce Comité que se continuèrent les études en vue de l'élaboration d'un projet définitif.

Après plus de deux ans d'études nouvelles, ce Comité proposa à la Compagnie un projet (fig. 8) qui repose, en somme, sur les mêmes dispositions techniques que celui présenté par M. de la Tournerie, car, s'il ne comporte que huit écluses au lieu de dix, il conserve le système d'alimentation du bief de partage par une rigole de dérivation du Haut-Chagres. D'après l'avis du Comité, le délai nécessaire pour la réalisation de ce projet serait de dix ans et la dépense qu'il entraînerait s'élèverait à 525 millions, pour l'exécution des travaux seulement,

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 25, p. 403.

(2) *La Revue économique et financière*, des 29 juin et 6 juillet 1895.

c'est-à-dire abstraction faite des charges financières de l'entreprise pendant la période d'exécution.

Nous ne reviendrons pas sur ce projet que nous avons déjà discuté dans le *Génie Civil* (1). Nous nous bornerons à reproduire (fig. 4 à 9), sous forme schématique, les divers profils en long des projets ci-dessus rappelés, en y ajoutant celui adopté par la Commission américaine dont nous parlerons dans le prochain numéro. On voit (fig. 9) qu'il comporte un lac unique auquel on accède par deux écluses du côté de l'Atlantique et trois du côté du Pacifique.

Le rapport du Comité technique exposant son projet fut déposé le 16 novembre 1898, et, dans le courant de la même année, avait été convoquée la Commission nommée, mi-partie par la Compagnie nouvelle et mi-partie par le liquidateur, conformément à l'article 75 des statuts, qui porte que « lorsque les dépenses faites atteindront environ la moitié du capital social, une Commission technique spéciale se prononcera sur les résultats acquis par les travaux déjà exécutés, et sur les conséquences à en tirer pour les suites de l'entreprise ».

Après avoir déclaré que le projet élaboré par la Compagnie nouvelle repose sur des bases établies par l'expérience directe et par des observations précises des faits, c'est-à-dire sur des données dont l'exactitude est certaine, la conclusion de cette Commission, qui était présidée par M. Étienne, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, est la suivante :

« La Commission est d'avis que le projet établi est exécutable pour les sommes et dans les délais indiqués, et que la Compagnie nouvelle a fait la preuve que, par des travaux qui exigeraient à eux seuls une dépense de 500 millions et une durée de dix ans, il est possible d'ouvrir à la navigation le canal de Panama. »

Ce rapport a été déposé le 28 février 1899, mais ce n'est que le 30 novembre suivant qu'il a été rendu public par une insertion dans les *Petites Affiches*. On sait que l'importance de ce rapport était capitale, puisque c'est d'après ses conclusions que l'Assemblée générale des actionnaires devait décider s'il y avait lieu ou non de poursuivre l'achèvement du canal. En différant sa publication, et en choisissant les *Petites Affiches* pour le faire connaître aux intéressés, la Compagnie a montré que ses moyens de publicité étaient au moins aussi discrets que ceux de sa devancière avaient été bruyants.

On voit d'ailleurs que, quatre ans après, on en était encore à des conclusions semblables à celles émises par M. de la Tournerie, en 1895, et peu différentes en somme de celles émises, en 1890, par la Commission Guillemin. Ces quatre années perdues rendaient impossible l'achèvement du canal dans le délai prescrit par la concession, quoique ce délai eût déjà été prorogé, par deux fois, jusqu'au 31 octobre 1904. Une nouvelle prorogation, d'au moins six années, était donc indispensable pour disposer du délai de dix ans jugé nécessaire pour l'achèvement du canal. Elle fut accordée dans le courant de l'année 1900, moyennant le paiement d'une nouvelle somme de 5 millions de francs au Gouvernement colombien.

Telle était la situation de l'entreprise à la fin de l'année 1899, époque à laquelle le Conseil d'administration de la Compagnie, à la suite d'un désaccord avec MM. Gautron et Lemarquais, se trouva dans l'obligation de donner sa démission.

Pendant les cinq années qu'avait duré sa gestion, il n'avait rien fait pour créer un mouvement d'opinion favorable à la reprise de l'affaire, et au lieu de hâter l'élaboration d'un projet définitif, il s'était complu dans des études d'une importance discutable. La seule preuve d'initiative et de décision qu'il ait donnée, a été de faciliter le trafic sur le Panama Rail Road, par l'établissement d'un wharf à La Boca, (près de Panama), de façon à permettre le transbordement direct des marchandises des navires dans les wagons, ou *vice versa*. La figure 10 représente cet appontement exécuté dans des conditions particulièrement délicates par la maison Daydé et Pillé.

Les soins donnés à l'amélioration des conditions d'exploitation de ce chemin de fer semblent, d'ailleurs, témoigner du peu de confiance que le Conseil avait dans l'achèvement du canal, et de la tendance qu'il avait à orienter la Compagnie surtout en vue de cette exploitation, dont les revenus pouvaient être suffisants pour rémunérer son capital. C'est sans doute à cette solution qu'il serait arrivé sans les événements qui se sont produits aux États-Unis, et qui ont amené la Compagnie à offrir sa concession au Gouvernement de ce pays.

Certains incidents de la guerre hispano-américaine, en 1898, notamment le passage difficile du cuirassé américain *Oregon* par le détroit de Magellan, attirèrent en effet vivement l'attention sur l'importance du canal interocéanique, et développèrent dans l'Amérique du Nord un mouvement d'opinion publique très prononcé en faveur de l'établissement de cette voie. Son utilité commerciale qui, d'ailleurs avait dans ce pays de puissants adversaires, fut reléguée au second plan, et ce fut surtout sa valeur stratégique qui la fit prendre en mains non plus par une entreprise privée, mais par le Gouvernement des États-Unis lui-même.

Reprenant l'idée émise en 1869 par le général Grant, d'un canal fait par les Américains, ce Gouvernement manifesta le désir d'entreprendre

la construction du canal de Nicaragua, dont la concession avait été donnée, en 1887, à l'un de ses citoyens, l'Ingénieur Ménocal.

La perspective de la réalisation de cette voie concurrente rendait plus que douteux le succès d'un appel de fonds pour l'exécution du canal de Panama. Aussi, la Compagnie nouvelle, qui avait laissé passer le moment où cet appel aurait pu avoir quelque chance de réussite, crut-elle inutile de faire une tentative quelconque dans ce sens. Dès que les intentions du Gouvernement des États-Unis lui furent connues, elle n'eut plus d'autre but que de lui démontrer que non seulement Panama était plus avantageux que Nicaragua, mais que, au prix auquel elle était disposée à le lui céder, il était également plus économique.

Nous examinerons, dans le prochain numéro, d'une part, les négociations qui ont eu lieu dans ce but, et qui ont abouti à la vente du canal au Gouvernement des États-Unis, et, d'autre part, les négociations engagées entre ce Gouvernement et celui de Colombie, et qui se sont terminées par la création de la République de Panama.

A. DUMAS,

Ingénieur des Arts et Manufactures.

(A suivre.)

MÉCANIQUE

MACHINE SOUFFLANTE COMPOUND

des usines Acklam, à Middlesbrough (Angleterre).

(Planche I.)

Les machines soufflantes employées dans les usines métallurgiques, après avoir été pendant de longues années des appareils de rendement médiocre, ont reçu de nombreux perfectionnements qui en font aujourd'hui, quand il s'agit de machines puissantes et bien construites,

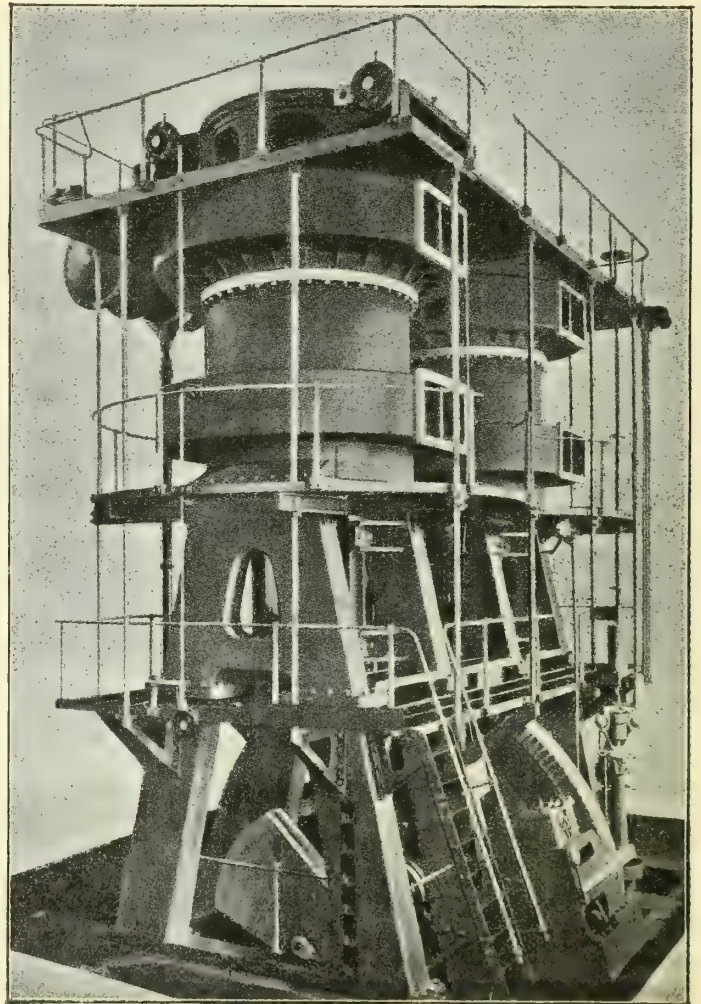


FIG. 1. — Vue d'ensemble de la machine soufflante.

des engins d'un rendement comparable à celui des machines à vapeur.

Un exemple d'installation moderne de ce genre nous est offert par la machine soufflante compound verticale de 3 500 chevaux qui a été fournie par les ateliers Davy Brothers, de Sheffield, à la North Eastern Steel Co, pour son usine d'Acklam. Nous en indiquons ci-dessous les dispositions générales (fig. 1) et les détails de la distribution, qui présentent certaines particularités (1).

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, nos 23 à 26.

1. D'après l'*Engineering*, du 6 janvier.

MACHINE SOUFFLANTE COMPOUND DESIG

Fig.1. Élévation et Demi-Coupe verticale par l'arbre

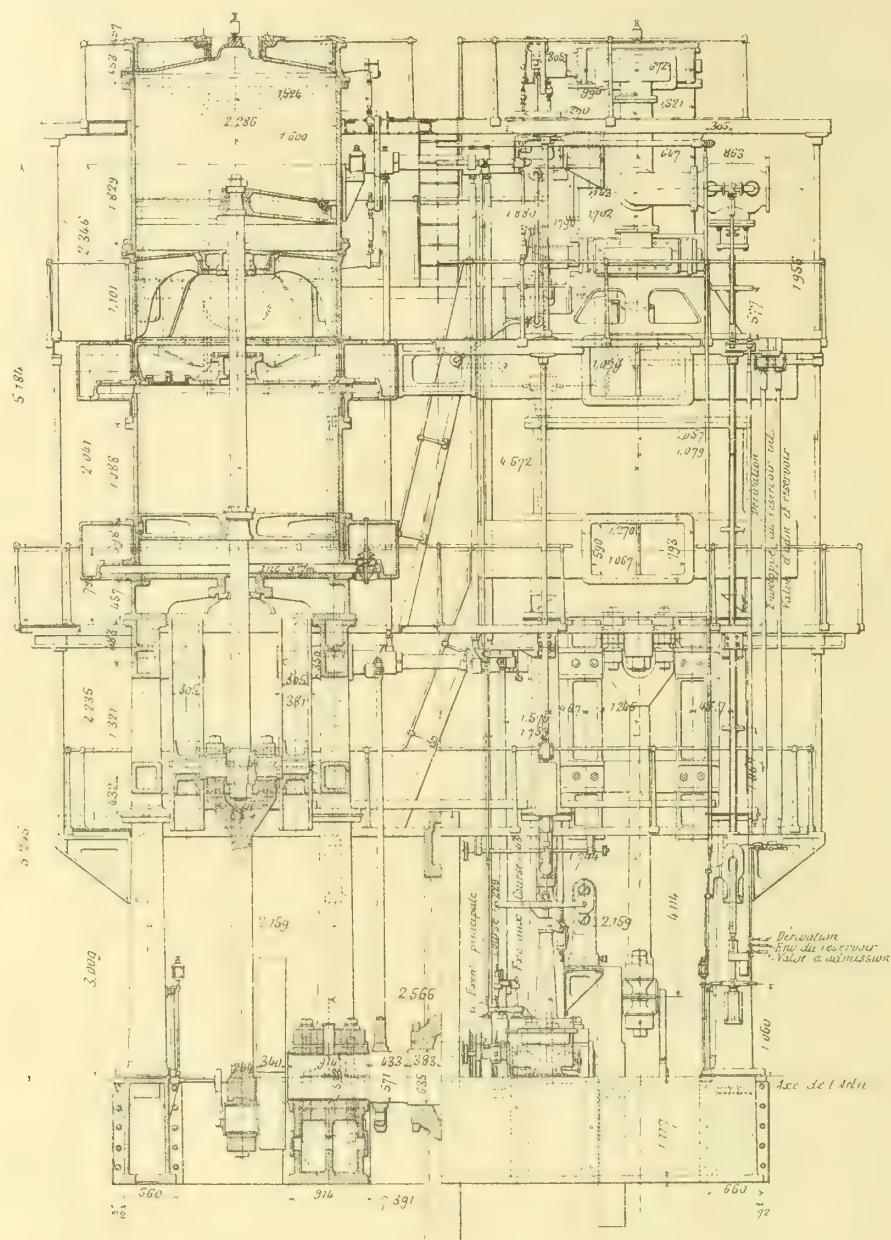


Fig.4. Plan de la machine

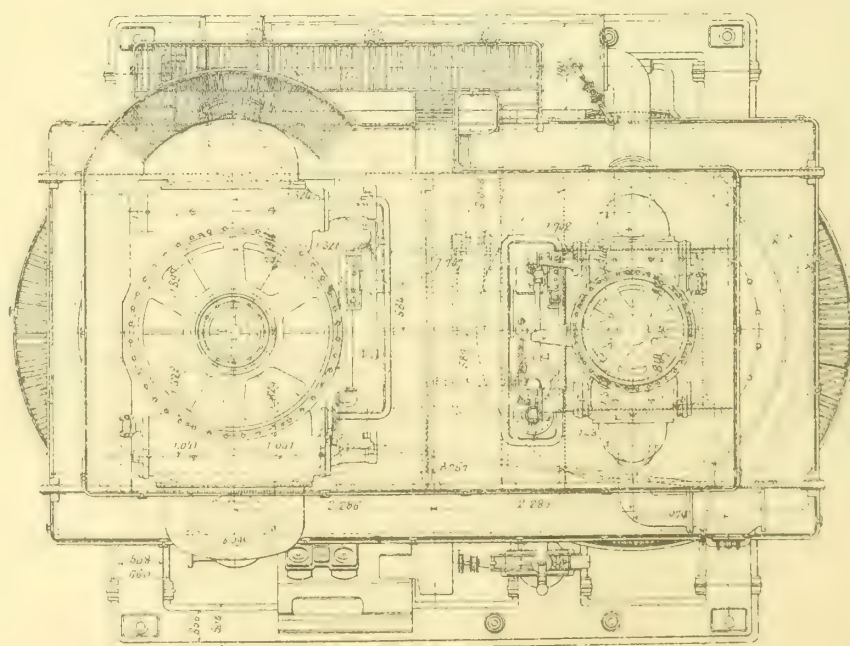


Fig.2. View

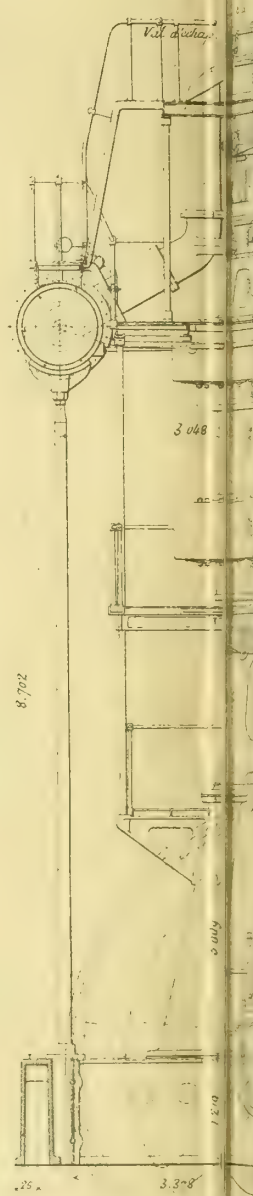
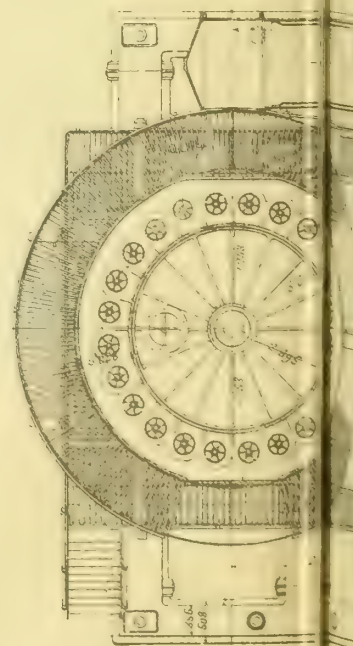
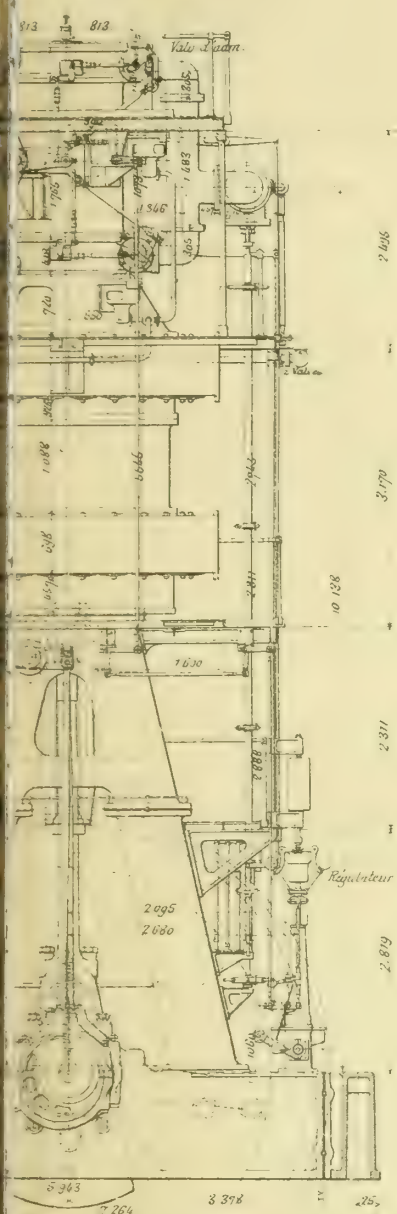


Fig.5. Coupe horizontale par la
à soupapes sup^{re} du cylindre



en bout, côté HP

Fig.3. Vue en bout, côté BP



Coupe horizontale par l'axe des
caturateurs du cylindre HP

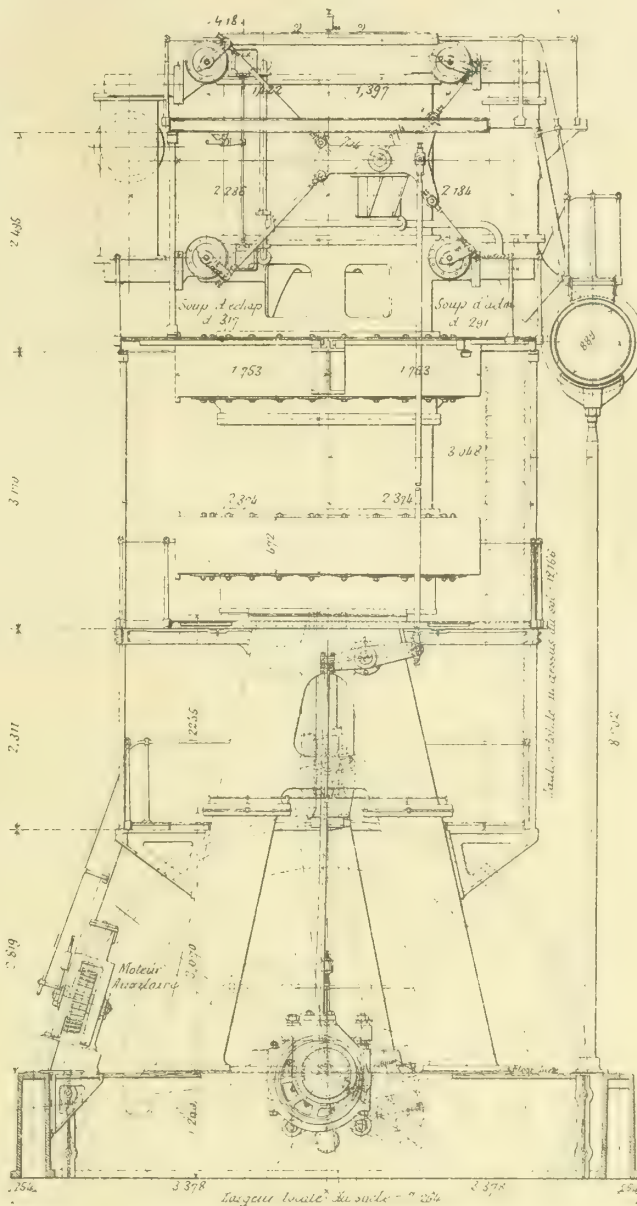
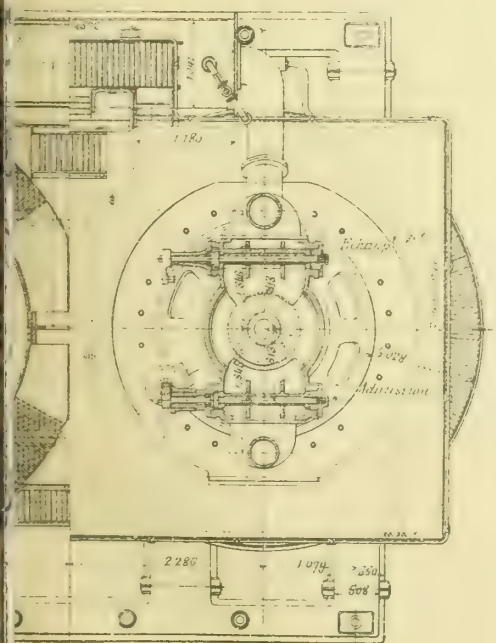


Fig. 6 à 8

Clapets d'aspiration
et de refoulement

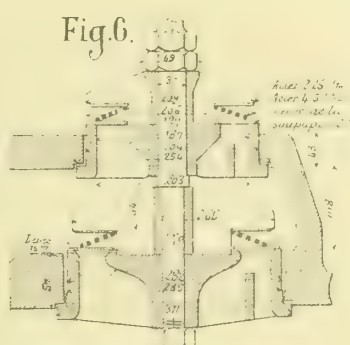


Fig. 7

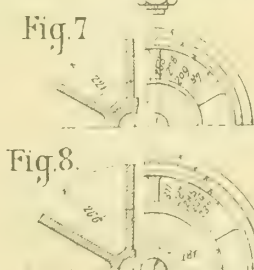


Fig.8.

Fig.9 à 12. Diagrammes
relevés simultanément sur
les 4 cylindres

Fig.9. Cylindre HP

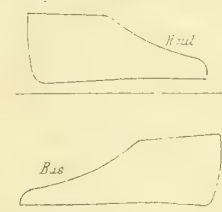


Fig.11. Cylin dret a an

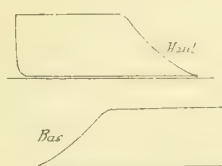


Fig.10. Cylindre BP

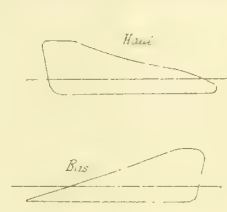
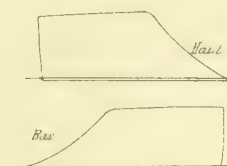


Fig.12.Cylinder and air



DISPOSITIONS GÉNÉRALES DES ORGANES DE LA MACHINE. — Cette machine soufflante (fig. 1 à 4, pl. I) est du type vertical compound-tandem, avec deux cylindres à vapeur placés côte à côte et deux cylindres à air disposés directement en dessous, les pistons à vapeur et à air étant montés sur une tige commune. Les premiers ont respectivement des diamètres de 1^m22 et 2^m28; les cylindres à air ont tous deux un diamètre de 2^m28, et la course commune des pistons est de 1^m83. Son débit normal par minute est de 1500 mètres cubes d'air à une pression absolue de deux atmosphères environ, avec de la vapeur à six atmosphères et un vide au condenseur de 56 centimètres de mercure; elle peut toutefois marcher également avec de la vapeur à sept atmosphères et demie et développer une puissance maximum de 3800 chevaux indiqués.

Les pistons à vapeur sont de même poids pour les deux cylindres H. P. et B. P., munis de bagues, et bombés pour permettre l'écoulement facile de l'eau de condensation. Ils agissent par l'intermédiaire de leurs tiges, des bielles, et de deux manivelles équilibrées et calées à 120 degrés, sur un arbre qui porte un volant de 6^m10 de diamètre, pesant 40 tonnes. Ce volant porte latéralement une denture que l'on met à volonté en prise pour la mise en route, avec un pignon commandé par un petit moteur à vapeur indépendant. Ce moteur se débraye automatiquement aussitôt que la machine principale a démarré.

L'échappement du cylindre H. P. aboutit à un receiver de grande capacité, où la vapeur dépose l'eau de condensation, avant de se rendre au cylindre B. P. La vapeur d'échappement de celui-ci va à un condenseur central, servant également pour les autres machines de l'installation. Le cylindre B. P. peut également recevoir de la vapeur fraîche, lorsqu'il faut faire démarrer la machine en pleine charge.

L'arbre moteur, en acier, a un diamètre de 508 millimètres aux portées; les coussinets des paliers, de 914 millimètres de longueur, sont refroidis par un courant d'eau. Toute la machine est parfaitement équilibrée.

L'ensemble des cylindres à vapeur et à air est supporté par deux solides bâtis creux en A, reposant sur un socle (fig. 1 à 3, pl. I), composé lui-même de deux caissons en fonte, reliés entre eux par des traverses, dont les deux du milieu portent les paliers de l'arbre, et les deux extérieures les bâtis en A. Toutes les pièces de ce socle ont une hauteur de 1^m20 et l'épaisseur du métal formant les parois des caissons varie entre 50 et 75 millimètres.

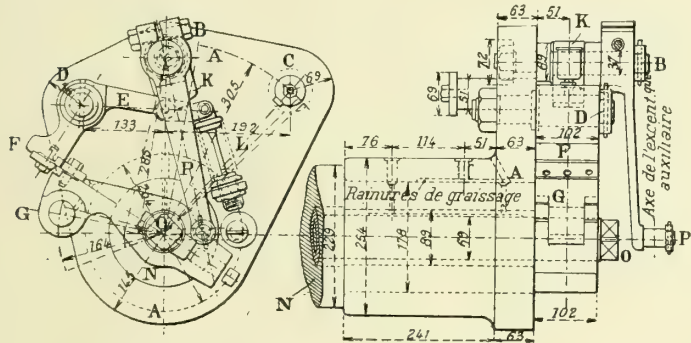


Fig. 2 et 3. — Élévation et vue en bout de l'obturateur inférieur du cylindre H. P.

Appareils de distribution. — Les cylindres à vapeur ont des appareils de distribution Corliss, avec obturateurs cylindriques à deux orifices, permettant d'ouvrir rapidement la section totale de passage de la vapeur avec un faible mouvement des obturateurs, de façon à réduire leur usure. Le cylindre B. P. est muni d'une distribution à admission constante et commandée rigidement par un seul excentrique, par l'intermédiaire d'un plateau-manivelle. Le cylindre H. P. est, au contraire, pourvu d'une distribution à détente variable par le régulateur, commandée par deux excentriques.

L'un de ces excentriques, dit auxiliaire, manœuvre uniquement et directement les obturateurs d'échappement, auxquels il est relié par des organes rigides, tandis que l'autre actionne un levier dont le deuxième bras est relié, par des bielles, à deux manivelles symétriques, qui provoquent l'ouverture et la fermeture des obturateurs d'admission, au moyen de talons d'entraînement. La position de ces talons est réglée, à chaque instant, par le régulateur à boules.

L'un de ces obturateurs, celui du compartiment inférieur du cylindre H. P., est représenté sur les figures 1 et 2. Le corps N de cet obturateur porte en avant une manivelle G clavetée sur lui en O, et une plaque A tournant librement autour du collet qui le termine.

A son tour, cette plaque A porte un axe B, solidaire d'une bielle P dont l'extrémité se rattache à la tige de la timonerie du régulateur, et sur lequel est clavetée une came profilée K; puis un deuxième axe D, servant de point fixe à un levier coudé EF. L'un des bras E de celui-ci est continuellement appuyé par le ressort L contre

la came K, tandis que l'autre F se termine par un talon venant buter contre l'extrémité de la bielle G. Cette dernière est, d'autre part, reliée à un piston à vapeur, qui tend continuellement à la soulever de manière à fermer l'obturateur. Elle est enfin rattachée, par l'axe C, à la tige de commande du plateau-manivelle, actionné par l'excentrique.

La came K, suivant le mouvement de la bielle P, provoque une entrée en contact, plus ou moins hâtive, du talon de F avec G, lorsque la plaque A est en mouvement, et règle, par suite, la durée de l'ouverture des orifices d'admission de la vapeur; sa position dépend d'ailleurs à chaque instant de celle du régulateur.

Dans cette machine la vitesse normale peut être réglée entre 20 et 50 tours par minute, au moyen d'un petit volant à main qui permet de changer, dans les limites correspondantes, le rapport des vitesses entre l'arbre de la machine et celui du régulateur.

On peut remarquer que les ressorts ordinairement employés pour refermer les obturateurs sont ici supprimés et remplacés par des pistons à vapeur, qui ont l'avantage d'exercer sur ces organes des efforts constants et de diminuer par conséquent l'usure et le matage des surfaces de butée.

Cylindres à air. — Ces cylindres contiennent des pistons creux de 305 millimètres d'épaisseur pourvus de rainures circulaires de graissage, mais sans bagues fendues. Le jeu total entre le piston et la paroi du cylindre ne dépasse pas 0^{mm}25.

Les deux fonds de ces cylindres portent des couronnes de soupapes d'aspiration et de refoulement en acier doux, à levée réglable et à double siège, fermées par des ressorts. Les figures 6 à 8 (pl. I) en représentent les détails.

Nous reproduisons (fig. 6 à 13, pl. I) une série de huit diagrammes pris simultanément sur les deux faces des pistons des quatre cylindres. Ces diagrammes sont d'une grande régularité, notamment ceux des cylindres à air. Voici les chiffres correspondants à ces essais :

Pression de vapeur à l'entrée du cylindre H. P.	atm.	7
Pression au refoulement.	—	1,82
Vide	—	0,29
Vitesse par minute	tours	33
Rendement en volume.	%	92,5
Rendement mécanique	—	84,1
Rendement total (rapport du travail théoriquement nécessaire pour la compression isotherme de l'air au travail réellement dépensé)	—	77,7

Conformément aux stipulations, la machine a pu marcher pendant un mois entier sans autres arrêts que ceux des coulées du haut fourneau. Ce bon fonctionnement et le rendement élevé ont été attribués en grande partie au choix du type vertical, dans lequel l'équilibrage est plus complet, et les frottements entre pistons et cylindres réduits au minimum.

F. H.

HYGIÈNE

L'ÉVACUATION DES MATIÈRES DE VIDANGE

I. CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES. — Il n'est pas nécessaire de s'exercer d'abord un tel sujet, malgré ce qu'il comporte en soi d'inexpressible, car il fait partie des préoccupations, non seulement de l'hygiéniste, mais de l'Architecte et de l'Ingénieur. Il faut bien dire, d'ailleurs, que les points de vue de ces divers spécialistes sont souvent en désaccord. Les hygiénistes ne veulent admettre que les solutions complètes, absolues, sans égard pour les contingences pratiques, et les Ingénieurs sont au contraire forcés d'en tenir compte, parce que la mise en œuvre d'un procédé, si parfait qu'il soit dans son principe, se heurte toujours à des difficultés matérielles, sans même parler des difficultés budgétaires.

C'est pourquoi dans les grandes villes, où pourtant les ressources financières sont largement établies, les administrations compétentes ont essayé successivement bien des systèmes qui présentent toujours, à l'usage, des inconvénients, insoupçonnés tant qu'ils n'étaient point sortis du domaine de la théorie.

Le tout à l'égout, qui a eu sa période de faveur et qui a pu passer pour une panacée universelle, n'a pas échappé à la loi commune. Sa généralisation suppose qu'on disposera toujours et partout de l'eau en abondance, de dispendieuses canalisations spécialement aménagées et de vastes champs d'épandage pour recevoir les eaux-vannes. Or, l'eau manque parfois dans les villes les mieux pourvues — Paris en sait quelque chose — et les terrains d'épandage, pour grands qu'ils soient, manifestent une limite d'absorption au delà de laquelle ils ne réussissent pas à neutraliser le flot toujours grossissant de liquides dont le moindre défaut est leur mauvaise odeur.

La question se complique encore lorsqu'il s'agit de petites localités, et si l'on descend jusqu'aux hameaux, aux fermes, aux maisons isolées, on s'aperçoit qu'en raison de l'indifférence générale, le problème

ne s'est pas même posé : on continue les pratiques des ancêtres, sans se mettre en peine des modernes exigences de l'hygiène; les rudimentaires installations qui s'y perpétuent sont un défi aux règles élémentaires, si souvent proclamées aujourd'hui pourtant, de la plus vulgaire salubrité.

La fosse perdue est la règle générale : c'est le principe du moindre effort. On se contente d'ignorer ce que deviennent les déchets de notre vie animale, et l'on n'en prend nul souci. Ils s'infiltreront dans la terre, ce réservoir commun de toutes choses, bonnes et mauvaises, où, avec le temps, les microbes anaérobies se chargent de les transformer. Malheureusement, ils rencontrent parfois, sur leur parcours, avant que cette lente transformation ne soit accomplie, les puits d'où l'on tire l'eau d'alimentation, et cet insidieux mélange se traduit à l'occasion par de brusques épidémies.

Des hommes de progrès, depuis quelque temps, luttent contre cet état de choses. Ils ont commencé par réclamer un aménagement propre et même confortable pour les petits locaux qui servent de point de départ à l'évacuation des résidus dont il s'agit. C'est ainsi que le Touring-Club a fait de louables efforts, d'ailleurs couronnés de succès, pour l'installation dans les hôtels de water-closets hygiéniques et abordables. Il est incroyable que cette campagne ait été nécessaire; mais, ce premier but atteint, il reste à s'inquiéter de ce que deviennent les résidus, au delà du clapet ou du siphon. Il ne suffit pas d'établir une cuvette d'un bel émail, que l'on se résout encore à installer parce qu'elle se voit, tandis qu'on fait bon marché de ce qui se passe au delà, hors de vue. Or, c'est là qu'est le véritable mal, à présent, et il nous reste à guérir ce mal qui ne se perpétue que grâce à l'ignorance et à l'insouciance du public intéressé.

Il faut bien dire, du reste, que la solution n'est pas facile à trouver, précisément lorsqu'il s'agit de petites agglomérations ou même de maisons isolées, absolument dépourvues des ressources d'une grande ville.

Voyons donc ce que l'industrie peut nous offrir dans ce cas particulier.

Il est superflu d'énumérer ici les inconvénients de la fosse fixe, aussi étanche qu'on la suppose; ce genre de construction est aujourd'hui complètement condamné, et nous nous bornerons à examiner les procédés qui peuvent y suppléer avec quelque avantage.

Ces procédés peuvent se diviser en deux catégories, suivant qu'ils procèdent par voie sèche ou par voie humide.

II. SYSTÈMES PAR VOIE SÈCHE. — Les systèmes par voie sèche s'imposent lorsque la pénurie d'eau exclut tout système comportant des chasses périodiques. Ils consistent à recevoir les immondices, solides et liquides, sur une masse absorbante, capable d'empêcher les émanations délétères et même d'arrêter le travail de fermentation. D'une manière générale, ce sera de la terre à l'état pulvérulent, de la poussière de route, de la cendre, et cela doit suffire, sans adjonction de produits chimiques, pourvu que la masse absorbante soit assez grande en face des liquides qui s'y déversent. Elle fixe alors les parties volatiles, divise les matières fermentescibles en leur permettant de s'oxyder, et les dessèche de telle sorte que, à une fermentation rapide et putride, se substitue une transformation chimique lente et inoffensive : au bout d'un certain temps, tout le mélange n'est plus formé que d'éléments inertes où se sont fondues, pour ainsi dire, les substances organiques, et la meilleure preuve, c'est que le papier lui-même se désagrége et disparaît dans ce compost pulvérulent. On a là, d'ailleurs, un excellent engrais, qui semble fait tout exprès pour l'agriculture et l'on peut admettre, en théorie tout au moins, que sa valeur vénale compense largement les frais de manutention, de sorte que ce procédé de vidange ne devrait rien coûter.

Tinettes Goux. — C'est le principe mis en pratique dans le système Goux, dit à tinettes mobiles, qui, lors de son apparition, constituait un réel progrès et a été fort en faveur, notamment dans les applications militaires, pendant un certain nombre d'années. Ce système était particulièrement indiqué pour le service des camps, où les troupes sont réparties sur de vastes espaces assez mal pourvus d'eau; il se prête aux changements d'assiette du campement et l'on doit à son emploi l'amélioration progressive de la culture des terres avoisinantes qui sont parmi les plus pauvres du pays. Nous en avons vu un exemple au camp de Châlons et son application réalisait une amélioration considérable sur les légendaires *tranchées* ou *feuillées* qu'il remplaçait. Il faut bien le dire toutefois, pour excellent que soit le procédé lorsqu'il est pratiqué avec soin, il est difficile d'obtenir que l'enlèvement périodique des tinettes soit fait à temps, c'est-à-dire avant que la proportion des immondices soit trop forte par rapport à la masse absorbante, ce qui annihile tous les avantages du système. En outre, et par suite des exigences croissantes des rares entrepreneurs soumissionnant de pareils travaux, ce procédé, économique *a priori*, finissait par constituer une charge assez lourde.

Ce sont là sans doute les raisons qui l'ont fait abandonner dans les camps de récente création, notamment au camp de Mailly, où l'on n'a pas reculé devant l'installation dispendieuse d'égouts de grande

longueur, d'une énorme canalisation pour l'adduction de l'eau et d'une véritable usine élévatrice.

Ces inconvénients disparaîtraient en partie dans de petites applications où le système est encore susceptible de rendre de bons services; mais il exigera toujours des manipulations désagréables pour le garnissage des tinettes, travail auquel le personnel habituel d'une maison ou d'une ferme serait malaisément astreint.

Garde-robe à terre. — La garde-robe à terre (fig. 1), du système Jacob, Delafon et C^{ie}, n'offre pas les mêmes défauts, et l'on s'explique mal que son usage ne se soit pas plus rapidement répandu en France, alors que des appareils analogues sont d'usage courant, particulièrement en Angleterre, et fonctionnent avec succès dans un grand nombre d'écoles, d'usines, d'hôpitaux, de casernes, aussi bien que dans des maisons privées.

La garde-robe à terre présente incontestablement des avantages réels, à la campagne surtout, où l'on manque d'eau et où l'on a l'em-

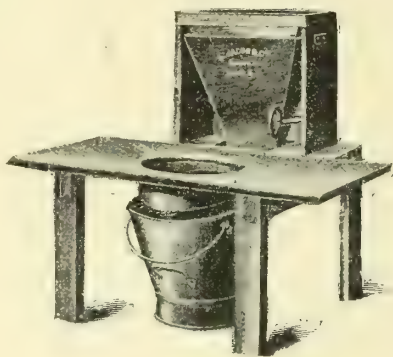


FIG. 1. — Garde-robe à terre.



FIG. 2. — Wagonet-tinette.

ploi immédiat des engrais excellents et sous une forme commode qui en constituent le résidu.

Voilà en quoi elle consiste. Le siège débouche directement et par un large orifice — les cuvettes à col étroit et trop facilement souillées entraîneraient des lavages fréquents qu'il convient d'éviter — au-dessus d'un simple seau en tôle galvanisée où l'on jette au préalable une pelletée de terre meuble. Placé derrière le siège et formant dossier, se trouve un réservoir en forme de trémie que l'on remplit de terre sèche et bien divisée. Il suffit de manœuvrer une poignée à tirage pour donner au réservoir un mouvement en avant qui démasque une ouverture inférieure et projette dans la tinette, en l'éparpillant, une quantité de terre suffisante pour absorber les liquides et recouvrir les déjections qui viennent d'y tomber : 700 à 800 grammes de terre donnent le résultat cherché. Le mélange est sans odeur et l'on peut attendre pour vider le seau que celui-ci soit plein. On combine la contenance de la trémie de manière qu'elle soit vide en même temps, et cette contenance est de douze charges dans les appareils usuels. S'il s'agit, d'ailleurs, de desservir des endroits très fréquentés, pour une usine, par exemple, on remplace le seau par un petit wagonet (fig. 2) dont la capacité correspond à quarante visites ou même davantage.

Le contenu de la tinette constitue un bon engrais, que l'on peut employer à l'état frais, car il est sans odeur et inoffensif; mais il est encore préférable de laisser s'achever à l'air la transformation des matières organiques; cette transformation est complète au bout de cinq à six semaines. Le magma primitif s'est alors désagréé et forme un terreau qu'il suffit de pulvériser pour l'employer à nouveau dans l'appareil. L'opération peut être renouvelée cinq à six fois, ce qui a pour résultat d'enrichir l'engrais à son maximum, sans qu'il ait cessé d'être maniable.

Il convient de ne point vider des eaux sales dans la tinette et, d'une manière plus générale, il faut éviter de noyer le contenu en y jetant une eau quelconque.

Toutes les terres sont bonnes pour cet usage, pourvu qu'elles puissent s'ameubler aisément. Le sable siliceux doit seul être exclu parce qu'il n'a aucune faculté d'absorption. On emploiera de préférence une terre argileuse, parfaitement sèche et tamisée finement, dont le pouvoir absorbant est considérable. On peut également recommander une poudre siliceuse de diatomées fossiles, extrêmement légère et absorbante, dont on fait grand usage pour la garniture incombustible des coffre-forts, et que prépare à très bon marché (1) M. Pagès-Alary, de Murat.

En ce qui concerne la valeur de l'engrais qui forme le résidu de ce procédé, on a fait, en Angleterre, l'expérience suivante sur un champ d'une contenance de 10 ares. Sur un quart de ce terrain, on a répandu 50 kilogr. d'engrais ayant passé cinq fois par les cabinets; sur les trois autres quarts, on a appliqué 150 kilogr. de superphosphate valant 187 fr. 50 la tonne. La première année, on fit sur ce terrain

(1) La silice de diatomées fossiles coûte 20 francs la tonne sur wagon (3 mètres cubes) et il faut compter 42 francs de transport sur Paris.

une culture de navets suédois. Le premier quart, pourvu d'engrais spécial, a donné un tiers de plus que les trois autres quarts traités au superphosphate. L'année suivante, et sans nouvel engrais, on fit une récolte de seigle; cette récolte fut, respectivement pour le premier quart et pour les trois autres quarts, dans la proportion de 4 à 3.

Ces résultats montrent tout l'avantage que présente l'adoption de cette petite usine d'engrais et au prix de quelle sujétion légère cet avantage est obtenu.

III. SYSTÈMES PAR VOIE HUMIDE. — Bien des gens cependant renonceraient difficilement à la faculté de laver à grande eau la cuvette et le siège lui-même des cabinets. Il convient donc de rechercher des procédés applicables lorsqu'on dispose d'eau en certaine quantité, et c'est alors qu'apparaissent tout d'abord les systèmes diviseurs.

Certains appareils de ce genre ont la prétention de résoudre le problème en n'exigeant qu'une quantité de liquide relativement infime et sans que l'égout d'évacuation soit disposé pour recevoir des matières nuisibles. Ce n'est qu'un leurre lorsque la division est toute mécanique et n'a d'autre résultat que de diluer les matières solides. Les eaux-vannes qui en sortent ainsi, chargées de ces matières en suspension, n'ont d'un liquide que l'apparence; les particules solides se déposent graduellement et colmatent les conduites; l'hygiène n'y reçoit qu'une satisfaction illusoire, puisque les germes fermentescibles sont entraînés, tels quels, dans le torrent circulaire.

Les théories biologiques et microbiennes, mieux connues et mieux comprises, permettent toutefois d'améliorer le procédé et de rendre les issues inoffensives, en ne jetant à l'égout que des eaux uniquement chargées — ou à peu près — de sels minéraux solubles.

Il y a quelques années déjà, le capitaine du génie Augier a imaginé une tinette réductrice fort simple, en même temps qu'ingénieusement combinée, pour satisfaire aux modernes exigences de l'hygiène dans les petites installations. Nous l'avons appliquée nous-même avec un plein succès et nous serions tenté de la préconiser encore, notamment pour les besoins d'une maison particulière à la campagne.

Tinette Augier. — Qu'on suppose (fig. 3) un récipient cylindrique, en tôle galvanisée, d'un volume proportionné à l'importance du service auquel il faut satisfaire. Il aura par exemple de 1 mètre à 0 m 80 de hauteur, pour 0 m 60 à 0 m 70 de diamètre, et, en tout état de choses, il convient que deux hommes puissent le manier lorsqu'il est plein. Ce récipient est fermé par une trémie tronconique terminée par un bout de tuyau, correspondant au tuyau de chute et plongeant de 15 à 20 centimètres dans le liquide qui remplit la tinette d'une façon permanente. Enfin, sur la paroi, est percé un trop-plein siphonoïde destiné à maintenir le niveau constant, en évacuant des quantités de liquide équivalentes aux apports résultant de chaque visite. L'orifice inférieur du siphon est placé dans la partie moyenne de la tinette, ni trop près du fond, ni trop près de la surface, à 25 ou 30 centimètres de celle-ci.

Que se passe-t-il alors? Les matières fécales, au moment de leur introduction, tombent tout d'abord au fond, en vertu de leur densité; mais, aussitôt que la fermentation commence, elles se gonflent de gaz et remontent rapidement à la surface, où elles forment un chapeau noirâtre, d'aspect mucilagineux, foyer d'une lutte des microbes anaérobies acharnés sur cette masse dont ils attaquent les éléments *ternaires*: cellulose, sucre, amidon, acides organiques, pour les transformer en acide carbonique, azote, hydrogène, méthane ou formène (CH₄). En même temps les matières azotées et albuminoïdes, particulièrement abondantes dans les déjections animales, se liquéfient et se transforment en peptones; d'autres ferments interviennent alors pour les dégrader davantage et en faire des acides amidés et surtout de l'ammoniaque (1).

En résumé, dans la tinette Augier, on trouve :

1° Une couche sédimenteuse formée des matières solides et inertes qui tombent au fond, en quantité très faible, de telle sorte qu'il faut très longtemps pour qu'il soit nécessaire de vider et de nettoyer le récipient;

2° A la surface, un chapeau mucilagineux, tout à fait analogue à la couche de formation des filtres à eau potable, région active où se perpète la transformation biologique des matières organiques;

3° Enfin, entre les deux, la masse liquide, contenant en dissolution surtout des sels minéraux, des acides organiques et amidés et de l'ammoniaque.

C'est ce liquide qui s'écoule par le trop-plein. Si l'on ne peut pas dire que c'est de l'eau absolument pure, il n'en est pas moins vrai que les impuretés sont fortement diluées et, si l'eau de lavage est suffisamment abondante, l'ammoniaque même, grâce à sa grande solubilité, ne donne à peu près pas d'odeur. Il suffit, pour achever la transformation, de soumettre ces liquides à des agents oxydants: c'est-à-dire à l'air et à la lumière. Le mieux, dès lors, sera de les évacuer, d'abord par une conduite fermée assez loin des locaux habités, puis de les répandre à ciel ouvert, dans des canaux servant à l'arrosage d'un potager.

Telle est toute la théorie de ce petit appareil dont l'installation est fort peu coûteuse. Il ne devient nécessaire de le vider complètement que lorsque les matières inertes qui s'accumulent au fond occupent un volume susceptible de nuire au bon fonctionnement, ce qui exige un temps assez long; en sorte que l'opération ne se fait guère que tous les six mois, si la tinette a des dimensions convenables.

On peut d'ailleurs satisfaire aux exigences d'une agglomération relativement importante, telle qu'une usine fréquentée par de nombreux ouvriers, en installant autant de tinettes que de trous de chute.

A suivre.

Lt-Colonel G. ESPITALIER.

JURISPRUDENCE

AMENDES ET RETENUES

sur les salaires des ouvriers et employés.

Les règlements d'atelier ou de bureau remplacent généralement, au moins dans la grande industrie, l'acte même de louage de services qu'il n'est pas d'usage de dresser entre employeurs et employés.

On a parfois voulu contester la force obligatoire de ces règlements sous le prétexte que c'est le patron seul qui les établit et que, par suite, ils n'ont qu'un caractère unilatéral, et non point contractuel. Mais cette objection n'a point prévalu: il a paru évident que l'employé, qui consent à observer les prescriptions du règlement, y donne un consentement au moins tacite. C'est en ce sens que la jurisprudence s'est toujours prononcée et elle a constamment reconnu la force obligatoire de ces règlements (C. cass., 7 août 1877, 11 mai 1886, *Sirey*, 86-1-416).

D'ailleurs, l'affichage dans l'atelier ou le bureau, ou tout autre mode suffisant de publicité, présume que l'employé a connaissance du règlement, qu'il y adhère et qu'il en accepte les clauses.

Le nombre et la nature des dispositions contenues dans les règlements d'atelier varient beaucoup. Certains règlements n'édicte que des mesures destinées à maintenir l'ordre et la discipline des ateliers ou bureaux. D'autres contiennent, en outre, des stipulations relatives aux heures de travail et de repos, au mode de paiement des salaires, aux conditions d'embauchage et de renvoi des ouvriers et employés. D'autres, encore, contiennent des prescriptions destinées à prévenir les accidents et à assurer l'hygiène et la sécurité des locaux. Ces diverses stipulations sont considérées comme conventionnelles, et déclarées valables, par application du principe posé en l'article 1134 du Code civil, d'après lequel « les conventions légalement formées tiennent lieu de loi à ceux qui les ont faites ».

Il en est de même pour les pénalités, telles que amendes ou retenues de salaires, qui viennent parfois sanctionner les dispositions du règlement.

Ainsi, par arrêt du 6 juin 1904 (*Recueil de Sirey*, 1905-2-63), la Cour d'appel de Toulouse a jugé que l'employé, qui, en entrant dans une maison de commerce, a connu le règlement de la maison, en vertu duquel les employés en retard étaient frappés d'une amende de 25 à 50 centimes, suivant la durée du retard, amende qui n'était d'ailleurs appliquée qu'autant que l'infraction s'était produite plus de deux fois dans le mois, et qui, pendant six années, a accepté et exécuté cette clause du contrat de louage de services, laquelle fait la loi des parties, et ne présente rien d'illicite, n'est pas fondé à demander la restitution des amendes pour retard qui ont été retenues sur ses salaires.

Voici les considérants de cet arrêt :

La Cour,

Attendu qu'en entrant dans la maison L..., A... a connu le règlement traditionnel, en vertu duquel les employés en retard sont frappés d'une amende de 25 à 50 centimes, selon la durée de ce retard, dont la retenue n'est d'ailleurs opérée, sur leurs appointements du mois, qu'autant que l'infraction s'est produite plus de deux fois pendant cette période; qu'il a accepté et exécuté, pendant six années, cette clause du contrat de louage de services, dont l'ensemble fait la loi des parties;

(1) Les procédés biologiques d'épuration des eaux résiduaires (*Revue d'Hygiène*, 20 mars 1904).

Attendu que cette clause n'a rien d'illicite; qu'elle constitue à la fois, au regard du patron, un mode d'indemnité pour le temps perdu par l'employé et un moyen d'assurer le bon ordre dans son établissement; qu'on peut l'assimiler à une clause pénale, et que la loi du 12 janvier 1895, sur la saisie par les tiers des salaires et petits traitements, ne saurait, manifestement, s'appliquer à l'espèce;

Attendu qu'A... n'a pas été congédié brusquement, sans motifs; que c'est lui qui s'est volontairement retiré; que, dans ces conditions, il ne saurait y avoir lieu à la restitution des amendes légitimement perçues, ni à l'indemnité de 1 200 francs réclamée, ni à l'allocation d'un mois de traitement en plus du mois échu;

Par ces motifs,

Confirme le jugement du Tribunal de commerce de Toulouse, etc...

Dans le même sens, et par arrêt du 14 février 1866 (*Recueil de Sirey*, 1866-1-194), la Cour de cassation avait déjà jugé que, lorsque le règlement d'une fabrique, auquel ont adhéré les ouvriers qui y travaillent, leur interdit certains actes sous peine d'une amende déterminée, les tribunaux ne peuvent, en cas d'infraction, réduire cette amende sous le motif qu'elle est excessive. Ce n'est là qu'une application de l'article 1152 du Code civil, qui dispose que « lorsque la convention porte que celui qui manquera de l'exécuter paiera une certaine somme à titre de dommages-intérêts, il ne peut être alloué à l'autre partie une somme plus forte ni moindre ».

On peut rapprocher de ces questions celle de la mise à pied, c'est-à-dire de l'exclusion temporaire de l'ouvrier de l'atelier. Mais la nature juridique de cette pénalité est plus difficile à déterminer. Ce n'est pas une amende ou retenue de salaire, puisque l'ouvrier, pendant qu'il est exclu de l'atelier, ne travaille pas, et n'a pas droit à un salaire. Elle ne peut être considérée non plus comme des dommages-intérêts, exigés en représentation d'un dommage causé, puisque le patron ne reçoit aucune compensation de ce chef. Ce n'est pas enfin un renvoi, une rupture, puisque l'ouvrier, après la fin de l'exclusion temporaire, est réintégré dans son emploi. C'est une sorte d'interrup-

tion du contrat de louage, qui doit apparaître comme valablement consentie par avance si le règlement est fait dans les conditions de validité, et qui laisse subsister ce contrat, tout en le suspendant pendant une période déterminée.

Toute cette matière, et plus particulièrement celle des amendes et retenues sur salaires, a été, dans ces derniers temps, discutée devant le Parlement. On a indiqué que si l'adhésion de l'ouvrier ou employé aux règlements d'atelier ou de bureau n'était pas douteuse, puisque la preuve en résulte de l'exécution même du contrat de travail, il se pouvait néanmoins que cette adhésion, déterminée par les nécessités pressantes de la vie, ne fût pas pleinement libre. Et, en conséquence, la Chambre des députés, dans sa séance du 6 décembre 1898, a voté une proposition de loi dont l'article 4, paragraphe 2, interdit aux patrons d'opérer par mesure disciplinaire des retenues sur les salaires des ouvriers et employés.

Mais, le rapport qui, au mois d'avril 1902, a été présenté au Sénat sur cette proposition, en modifie le texte et se borne à prescrire que des amendes disciplinaires ne pourront être retenues sur les salaires qu'autant que le règlement qui les édictera aura été déposé depuis un mois au moins au secrétariat du Conseil des prud'hommes, ou, à défaut, au greffe de la Justice de paix, et affiché dans les lieux de travail, en ajoutant que le montant des amendes encourues pour une journée ne pourra excéder le quart du montant du salaire de cette même journée, et que le produit des amendes devra être employé directement dans l'intérêt des ouvriers, notamment pour alimenter des caisses de secours et de prévoyance.

Cette proposition a été reprise dans le « Code du travail et de la prévoyance sociale », dont l'élaboration se poursuit actuellement, et qui tend à l'unification des lois dites ouvrières.

LOUIS RACHOU,
Docteur en droit,
Avocat à la Cour d'appel de Paris.

VARIÉTÉS

Nouveau système d'embrayage.

Dans la séance de l'Académie des Sciences du 25 avril, MM. de Guiche et H. Gilardoni ont présenté une note relative à un nouveau système d'embrayage qu'ils ont imaginé et auquel ils ont donné la forme qu'il est susceptible de prendre dans la pratique.

Nous reproduisons ci-après cette note *in extenso* :

Considérons (fig. 1) un tambour T, de centre O, à l'intérieur duquel frotte un patin p, relié au centre O par les deux bielles OA et AB; pour un choix convenable de l'angle σ de OB avec AB, l'appareil constitue un embrayage grâce auquel le patin p est entraîné quelle que soit la résistance à vaincre.

Désignons en effet par S la composante normale de la réaction R de la bielle AB sur le patin, et par P la force tangentielle d'entraînement du tambour; soient a le rayon du tambour et b la distance du point B au tambour; le patin, par la liaison OAB, est assujéti à tourner autour de O; la somme

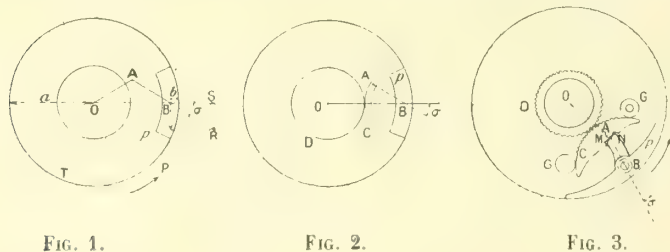


FIG. 1.

FIG. 2.

FIG. 3.

des moments des forces qui agissent sur lui par rapport à O est nulle, et l'on a en négligeant les frottements aux axes :

$$S(a-b)\tan\sigma = Pa.$$

Pour que le patin ne glisse pas, il faut que :

$$P \leq S_f, \quad \text{d'où} \quad \tan\sigma \leq \frac{af}{a-b},$$

condition indépendante de S; donc, dès que σ remplira cette condition, il y aura entraînement, quelle que soit la pression S.

Ce dispositif bien connu n'est pas progressif, car, la valeur de σ étant parfaitement déterminée par les dimensions de l'appareil, il y a coincement dès que le patin touche le tambour.

Une modification, permettant de faire varier σ , rend l'appareil progressif. Lorsque σ sera plus grand que l'angle limite φ , il y aura glissement du patin avec entraînement partiel (ou freinage); l'entraînement sera complet lorsque σ tombera au-dessous de la valeur φ .

Pour atteindre ce but, on supprime la bielle OA (fig. 2); la bielle AB est articulée sur un secteur circulaire C, guidé et astreint à décrire un cercle de centre B. Pour une position déterminée du secteur C, et dès qu'il y aura contact, tout se passera comme si O et A étaient reliés par une bielle.

Ces résultats sont exacts tant qu'il n'y a ni usure ni déformation de pièces en contact, car ces deux causes concourent à diminuer la valeur de l'angle σ qui correspond à une position déterminée du secteur. Pour éviter cet inconvénient, on peut remplacer le pivot A par deux courbes tangentes M et N (fig. 3), liées, l'une à l'axe O, l'autre au cliquet B. Si M est un cercle décrit de O comme centre et N une développante d'un cercle de centre B, les valeurs de l'angle AOB et de l'angle de la normale commune en A avec la force BA ne sont pas modifiées par l'usure. L'invariabilité de l'angle de la normale en A évite les glissements relatifs de M et N.

Le secteur C est guidé par deux galets G et G' dont les centres se trouvent sur deux rayons à angle droit; quatre galets permettent ainsi de guider quatre secteurs tels que C; ces secteurs portent des dents qui engrènent sur une roue dentée D de centre O. La rotation de celle-ci commande donc tout le système d'embrayage.

L'apprentissage et l'enseignement professionnel en France.

La décadence actuelle de l'enseignement professionnel en France, qui s'accroît de plus en plus, a provoqué de la part de la Fédération des industriels et commerçants français une enquête approfondie. Nous signalerons, d'après le rapport (1) de M. de Ribes-Christoffe, Ingénieur des Arts et Manufactures, qui résume cette enquête, les causes qui ont influé le plus sur les conditions de l'apprentissage, notamment dans ces dernières années, et les remèdes qu'on y a déjà apportés.

Après le régime corporatif, où dans presque tous les métiers un apprentissage prolongé souvent poussé à l'excès était la règle, vint (à peu près de 1791 à 1851) une période de bouleversement et de désorganisation, marquée cependant par la création de l'École d'Arts et Métiers de Châlons, sous le Consulat, et par la loi de 1841 sur le travail des enfants. L'initiative privée avait, de son côté, fondé un certain nombre d'écoles industrielles. Une importante loi sur l'apprentissage, promulguée en 1851, et une grande enquête poursuivie par le Gouvernement, de 1863 à 1865, sur l'enseignement professionnel en France, aboutissant à encourager et à subventionner les institutions libres d'apprentissage, ont assuré depuis lors une grande amélioration à cet état de choses.

Pour reconnaître les causes de la décadence survenue depuis le second empire, il convient de se reporter à l'enquête de 1901, entreprise par le Ministère du Commerce, et aux réponses des Chambres de commerce et Syndicats. On y trouve signalés, en premier lieu : le développement du machinisme et la division du travail, qui réduisent beaucoup le nombre des ouvriers « de métier » ; la concurrence qui force le patron à tirer un profit immédiat de tous les bras qu'il emploie ; la nécessité qui fait rechercher aux parents et aux enfants un gain aussi hâtif que possible.

(1) L'Apprentissage et l'Enseignement professionnel en France, une brochure in-8° de 72 pages. Larose et Téniin, éditeurs, Paris, 1905. Prix : 4 francs.

On peut y ajouter la loi de 1900 sur les ateliers mixtes, qui a fait supprimer presque partout les apprentis des ateliers où travaillent des adultes. Une proposition d'abrogation de cette mesure législative est soumise à la Chambre depuis 1902.

M. de Ribes-Christoffe critique certaines propositions de modification à la loi de 1851, qui consistent principalement dans : l'obligation de passer les contrats d'apprentissage par écrit ; la surveillance des apprentis ; la délivrance de certificats de capacité, à la suite d'examens ; enfin le droit aux Conseils des Prud'hommes de limiter ou d'interdire l'apprentissage dans certains cas et dans certains ateliers. Une partie de ces propositions, surtout la dernière, lui paraissent inutiles ou dangereuses.

Passant ensuite en revue les institutions d'instruction professionnelle à l'étranger, le rapporteur montre, surtout en Allemagne, de nombreuses écoles techniques exclusivement destinées à former de bons ouvriers, et que les apprentis fréquentent (dans une certaine mesure obligatoirement). Des examens et des certificats sanctionnent leurs efforts.

Comme on le sait, il existe en France (sans compter les cinq écoles d'Arts et Métiers, les quatre écoles nationales professionnelles, les écoles d'horlogerie de Cluses et de Besançon, les écoles de mineurs d'Alais et de Douai, qui ne s'adressent pas aux ouvriers proprement dits) cinquante écoles pratiques de commerce et d'industrie, qui comptent environ dix mille élèves ; des cours d'apprentissage de la dentelle, récemment fondés, et un enseignement du travail manuel dans les écoles primaires, institué par un arrêté du 17 septembre 1898. Mais le développement de cet enseignement professionnel ouvrier organisé par l'État reste encore bien limité.

Les cinq écoles professionnelles de la Ville de Paris (qui dépassent peut-être un peu leur but en tenant leurs élèves en dehors des nécessités de la fabrication industrielle) ; les cours organisés par les Chambres syndicales, soit le jour, soit le soir, et qui ont, surtout à Paris, un succès très encourageant ; enfin d'autres cours analogues, fondés par l'initiative de certains industriels, viennent aussi concourir au même enseignement.

Les cours d'apprentissage, jusqu'ici entièrement libres, doivent-ils être rendus obligatoires comme c'est généralement le cas à l'étranger, et comme le propose déjà le Conseil supérieur de l'Enseignement technique ? M. de Ribes-Christoffe pense que, sans pousser la réglementation jusque-là, un régime de larges encouragements favorisant dans toutes les industries intéressées la création et l'entretien de cours nombreux, surtout de cours du jour, qui complèteraient l'enseignement indispensable de l'atelier, serait très désirable et contribuerait puissamment au relèvement du savoir professionnel.

Dynamo à courant continu de 800 kilowatts, à grande vitesse.

La Société Rieter, de Winterthur, a exécuté pour la ligne électrique de Martigny à Châtelard (Suisse) deux dynamos à courant continu de 800 kilowatts qui, en raison de l'existence de turbines déjà installées, tournent à 500 tours. Cette vitesse, très élevée pour des machines d'une pareille puissance, a nécessité des dispositions spéciales dans la construction mécanique et électrique, d'autant plus qu'il était spécifié que les machines devaient pouvoir supporter la vitesse de 900 tours, pendant un quart d'heure. De plus, les nécessités du transport sur voie de 0^m 60 limitaient le poids et la dimension des pièces : ainsi, le socle est en deux parties boulonnées.

La figure 1 représente (1) l'ensemble de ces dynamos. Les paliers sont à graissage auto-

matique par doubles bagues et circulation d'huile ; celui du côté de l'accouplement a 400 millimètres de longueur et la pression unitaire moyenne y est réduite à 4^{kg} 2 par centimètre carré.

L'induit comporte 132 encoches, et dans chacune huit fils de 15 millimètres carrés ; à 900 tours, sa vitesse linéaire atteint 54 mètres par seconde ; l'enroulement a dû être maintenu dans les encoches par des clavettes en bois paraffiné. L'effort centrifuge atteint alors 260 kilogr. par encoche. Il était nécessaire également de maintenir par des moyens spéciaux les extrémités de l'enroulement : du côté du collecteur, les lamelles de connexion sont fixées solidement ; du côté opposé, l'enroulement est tenu par un anneau conique en acier

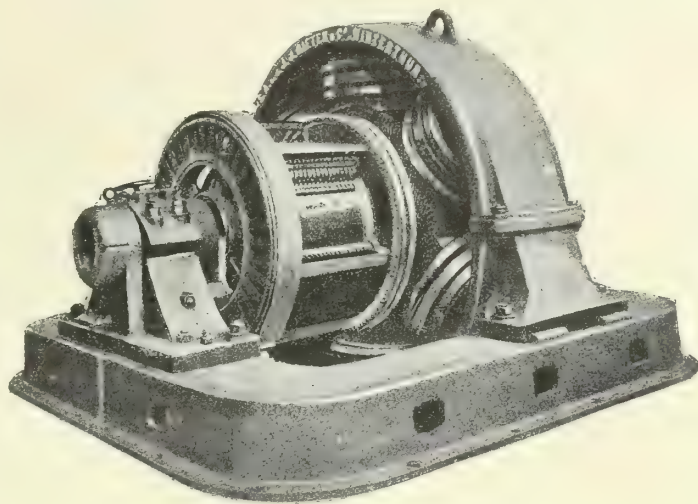


FIG. 1. — Vue d'ensemble de la dynamo.

coulé, à l'aide d'un montage analogue à celui d'un collecteur. Enfin, les parties libres de l'enroulement sont maintenues par une double frette en fil de bronze.

En raison du grand diamètre du collecteur nécessité par le nombre de lames, sa vitesse linéaire atteint 18^m 30 ; d'autre part, la machine n'ayant que six pôles, on se trouvait conduit à une grande longueur de collecteur. Comme l'échauffement du collecteur était inévitable, même avec une bonne ventilation, il fallait en prévoir la libre dilatation. La figure 2 montre comment ce résultat a été atteint : les lames se trouvent retenues par trois frettes coniques, dont l'une, la plus extérieure, peut glisser sur le manchon. Les supports du collecteur sont en acier, de façon à réduire les épaisseurs et à réserver des espaces plus grands pour la ventilation. L'induit est divisé en plusieurs paquets par des intervalles, et les flasques portent des nervures formant ventilateurs. Une partie de l'air qui vient ainsi lécher l'induit

traverse au préalable l'intérieur du collecteur, et l'air qui sort de l'induit refroidit les bobines inductrices, entre lesquelles sont ménagés des intervalles.

La machine, dont la tension normale est de 700 à 800 volts, et l'intensité normale 800 ampères, peut débiter 1000 ampères avec les balais dans la position neutre et sans étincelle. L'induction moyenne à 800 volts est 12 000 dans l'air, et 24 500 dans la denture ; cette valeur élevée a permis de conserver un faible rapport (1,15 pour 1000 ampères) entre les ampères-tours pour l'air de la denture, et les ampères-tours transversaux. La réaction est néanmoins très faible.

La machine pèse 14 tonnes, dont 760 kilogr. de cuivre. D'après les résultats d'essais, son rendement atteint 93 % à demi-charge et 95 % à pleine charge.

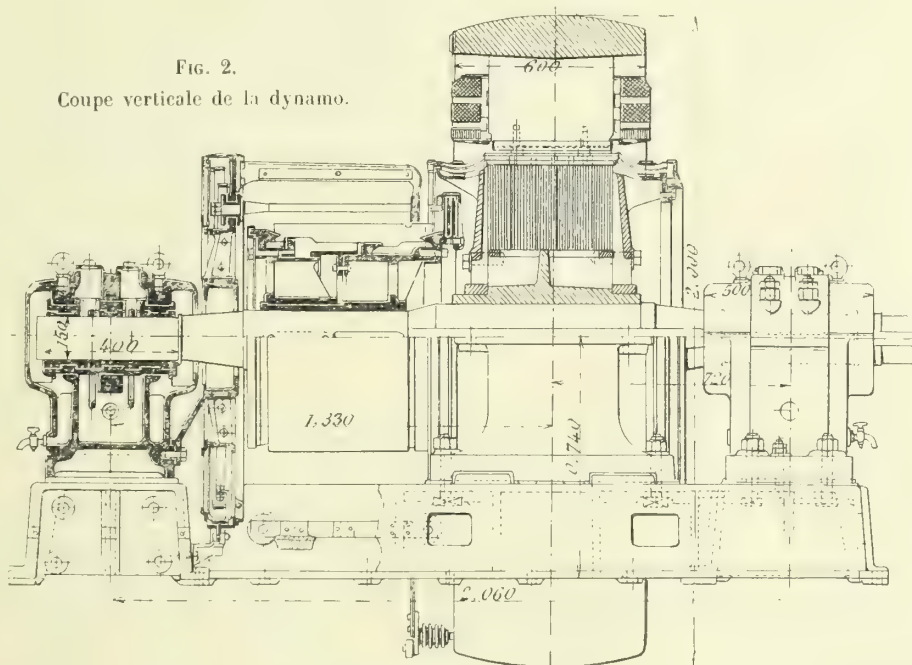


FIG. 2.

Coupe verticale de la dynamo.

(1) D'après la Schweizer Bauzeitung.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 25 avril 1905.

Botanique. — *Production expérimentale de la morille.* Note de M. Marin MOLLIARD, présentée par M. Gaston Bonnier.

L'auteur est arrivé à obtenir expérimentalement la sorte de champignon comestible connue sous le nom de morille, en partant de cultures pures du mycélium de ce champignon qu'il avait réussi à préparer tout d'abord et en les ensemençant dans un sol enrichi de matériaux sucrés par l'addition de pommes sous forme de compote.

Ce résultat concorde avec le fait, souvent signalé, de l'apparition de morilles en des endroits où avaient été enfouis des fruits tels que des poires ou des pommes ou divers autres organes végétaux riches en réserves sucrées comme les topinambours et les artichauts.

Ces essais ne donnent encore qu'un résultat de laboratoire, mais ils établissent les principes essentiels de la culture rationnelle de la morille; celle-ci consistera, dans ses grandes lignes, à enfouir à l'automne des fruits sans utilisation, tels que des pommes blettes, dans un sol où l'on introduira en même temps le mycélium de l'espèce ou de la variété de morille qu'on désirera récolter et qui aura été obtenu au préalable en cultures pures; la forme parfaite apparaîtra dès le printemps suivant.

Mécanique appliquée. — *Sur un nouvel embrayage.* Note de MM. le duc de GUICHE et Henri GILARDONI, présentée par M. Appell.

Nous donnons dans le présent numéro, page 12, le compte rendu *in extenso* de cette communication.

Micrographie. — *Application du microscope à l'examen du caoutchouc.* Note de M. Pierre BREUIL.

L'étude micrographique du caoutchouc peut se faire soit par réflexion soit par transparence, pourvu que dans ce dernier cas l'échantillon soit assez mince. M. Breuil a peu opéré sur des coupes, qui offrent d'assez grandes difficultés, mais plutôt sur des peaux obtenues par évaporation de solutions de caoutchouc dans divers solvants ou sur des lanières minces transparentes. Pour la réflexion, il est nécessaire de disposer d'une source lumineuse puissante comme un arc de 20 ampères.

Une première série d'essais sur des mélanges de gomme Para manufacturée, contenant 5 % de soufre en fleur ou 10 % de sulfure d'antimoine, vulcanisés ou non, a montré, pour les gommages non vulcanisés dissoutes dans différents solvants, des ramifications de même nature, dues au soufre, quel que soit le solvant. Pour les gommages vulcanisés, qui sont partiellement solubles dans les solvants précédents, on obtient une peau réticulée avec parfois quelques rameaux provenant du soufre non combiné à la gomme.

Une deuxième série d'essais a été faite sur des échantillons d'une même gomme Para contenant le même pourcentage de soufre, mais vulcanisés dans des conditions de temps et de température variées.

Le soufre, dans le mélange non vulcanisé, est réparti en grains plus ou moins fins et plus ou moins régulièrement; chauffé à 114-120 degrés pendant quinze minutes le mélange montre des accumulations de cristaux paraissant provenir de l'accrolement des plus gros cristaux du mélange non vulcanisé; après chauffage à 128-136 degrés pendant quinze minutes, les gros cristaux ont émis des rameaux rectilignes dendritiques donnant naissance eux-mêmes à des rameaux secondaires plus courts, commençant à s'enchevêtrer; cet enchevêtrement augmente à 144-152 degrés.

L'accumulation des rameaux et leur finesse paraissent croître avec la température. D'une façon générale, ils s'irradient d'un centre plus touffu qui les nourrit, de sorte que, si l'on maintient pendant plus d'une heure une température de 145 degrés, on n'aperçoit plus qu'une masse assez régulière avec quelques sillons plus clairs qui sont les zones de jonction de deux ou plusieurs centres d'émission; enfin, quand le temps et la température ont été assez élevés on n'aperçoit plus qu'une nappe continue de gomme colorée uniformément avec quelques lignes et quelques cristaux de soufre libre.

Ces constatations ont été faites également sur des caoutchoucs de chambres à air de bicyclettes préa-

blement distendues au moyen d'air comprimé. Des échantillons variés de caoutchouc souple et d'ébonite préalablement dressés et polis d'après les méthodes de métallographie, puis attaqués par les acides sulfurique et azotique, ont accusé à l'examen par réflexion une structure superficielle constamment la même, qui est caractérisée, en général, par une apparence réticulée; les mailles plus ou moins serrées sont une indication probable du degré de vulcanisation. Enfin des gouttes de gutta-percha, examinées au microscope, ont accusé une structure finement grenue dont la trame paraît connexe de la nature et de la pureté de cette gutta.

Physiologie végétale. — *L'assimilation chlorophyllienne chez les jeunes pousses des plantes; applications à la vigne.* Note de M. Ed. GRIFFON, présentée par M. Gaston Bonnier.

Lorsque les organes assimilateurs des plantes sont encore jeunes, peu colorés en vert, il est logique d'admettre que la décomposition du gaz carbonique de l'air soit très faible et que la respiration, qui tend à produire du gaz carbonique, l'emporte sur l'assimilation. Au contraire, l'assimilation du carbone doit se faire avec une intensité croissante à mesure que les organes se différencient et qu'ils prennent une teinte de plus en plus foncée.

Les expériences faites sur les feuilles naissantes par Boussingault, en 1807, ont été reprises par l'auteur qui a opéré en atmosphère confinée à 5-10 % de gaz carbonique et qui a, non seulement dosé les volumes gazeux, mais aussi la teneur en amidon des différents organes en expérience pour suivre les phases de l'assimilation; cette recherche présentait un certain intérêt, car, selon Cuboni, les sommités de la vigne, par exemple, ne produisent pas d'amidon et se comportent comme de véritables parasites aux dépens des parties inférieures, ce qui légitime leur suppression par l'opération culturale connue sous le nom d'écimage.

Pour les bourgeons et les folioles isolés de bourgeons non éclo, il n'y a pas de dégagement d'oxygène à la lumière; ce dégagement a lieu au contraire quand ils sont épanouis; avec une faible lumière, la respiration l'emporte en général pour les jeunes rameaux sauf, cependant, pour les sommités de la vigne pour lesquelles à une forte lumière solaire directe, l'assimilation prédomine; il en est de même pour les vrilles et mérithalles qui peuvent, par conséquent, changer le résultat final donné par les jeunes feuilles.

Il est donc exagéré de prétendre légitimer l'écimage de la vigne exclusivement par ce fait que les rameaux supprimés vivaient en parasites sur les parties inférieures. Ce parasitisme est très faible ou nul selon l'éclaircissement; il peut même ne jamais exister si l'on considère une sommité portant une ou deux feuilles bien développées. Le reflux de la sève vers les sarments, les fruits et les souches, le bon équilibre entre la partie foliaire restante et la masse des raisins sont bien plutôt, comme on l'a souvent avancé, les vraies causes des bons effets que l'on attribue à l'écimage.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

ARCHITECTURE

La reconstruction de l'hôtel de ville de Soleure (Suisse). — La *Schweiz. Bauzeit.*, du 8 avril, publie une note sur la reconstruction partielle de l'ancien hôtel de ville de Soleure, célèbre par sa tour carrée construite vers 1476, par Grégoire Bienkher, et les façades de 1625 et de 1704 qui entourent celle-ci. Les nécessités d'un agrandissement reculé d'année en année et qui ne pouvait plus être ajourné, ont conduit à bâtir un nouveau corps de bâtiment dont la façade principale est sujette à critiques en raison de son style.

Les vicissitudes successives qu'ont subies ces travaux, dont l'importance est de 140 000 francs environ, sont rappelées dans cette note.

Le nouvel hôtel de ville de Stuttgart. — La capitale du Wurtemberg vient d'inaugurer son nouvel hôtel de ville, qui remplace, avec un agrandissement de plus de moitié, l'ancien édifice jugé de-

puis longtemps insuffisant. Celui-ci a disparu, et, à sa place, s'élève un bâtiment compact, à peu près régulier, dont la façade principale, sur la place du Marché, est seule intéressante par ses arcades, ses erkens et son beffroi carré surmonté d'un campanile.

Le *Zentralbl. der Bauverw.*, du 15 avril, publie sur ce monument, qui a coûté 3 millions de marks rien que pour la construction et la décoration du gros œuvre, une note accompagnée d'un plan et de photographies qui en montrent l'aspect général.

AUTOMOBILES

Véhicules automobiles industriels. — Dans son numéro du 18 mars, l'*Automotor Journal* consacre une série d'articles à la description de divers véhicules industriels de construction anglaise:

Les camions et voitures Wolseley, à pétrole, dont le type le plus puissant est de 40 chevaux: c'est un fourgon militaire pesant 6 tonnes, pouvant porter 4 tonnes utiles, et remorquer un autre véhicule de 4 tonnes. Le moteur est horizontal, à quatre cylindres, et tourne à 600 tours. La transmission est du même type que celle des véhicules plus légers des mêmes constructeurs;

Les véhicules à vapeur et à pétrole Thornycroft, dont un tracteur utilisable également comme locomobile;

Les omnibus Clarkson, à vapeur et à combustible liquide;

Le fourgon à vapeur Hercules, caractérisé par la disposition spéciale de son essieu d'avant;

Les véhicules Maudslay, à pétrole; l'omnibus à impériale Brush, à pétrole, disposé pour éviter l'emploi d'un contrôleur (l'entrée est à l'avant);

Les véhicules Crossley-Leyland, à essieu tournant; le camion Simms-Coulthard, à pétrole et à changement de vitesses Soanies; le camion à pétrole Frick, avec changement de vitesses continu par friction;

Le wagon à vapeur Straker, avec chaudière du type locomotive; le nouveau wagon à vapeur Fodeus; le fourgon Coulthard; le wagon Yorkshire, avec chaudière à retour de flamme et tirage par échappement dans les tubes;

Le wagon basculant Robertson, commandé hydrauliquement par la pression d'eau de la pompe d'alimentation.

Quelques-unes de ces descriptions se continuent dans les numéros suivants.

CHEMINS DE FER

Allongement des ponts tournants de 6^m 50 des chemins de fer de l'Ouest. — Les machines-tenders qu'emploie la Compagnie de l'Ouest pour remorquer ses trains de banlieue, sont tournées, aux extrémités de parcours, sur des ponts de 6^m 50 de diamètre, placés soit dans les gares terminus, soit dans quelques dépôts du réseau où ces machines sont appelées à stationner. Mais la mise en service récente de nouvelles locomotives plus puissantes, à grand empattement, nécessitait l'installation de ponts tournants de 9^m 50 de diamètre, ce qui entraînait une dépense considérable, que ladite administration a pu éviter en transformant les ponts existants.

La *Revue générale des Chemins de fer* donne, dans son numéro d'avril, les détails de cette modification, avec croquis explicatifs; la partie centrale: croisillon, pivot, plateau de fondation, a été conservée. Les poutres longitudinales ont été coupées par le milieu et l'on a réuni les deux tronçons ainsi formés à une travée centrale de 3 mètres de longueur ayant la même hauteur que les poutres existantes, mais à semelles renforcées, de façon à augmenter le moment d'inertie. On a dû prévoir des appareils de calage, pour soulager les organes essentiels, lors de l'accès des machines sur le pont. Les efforts moléculaires maxima, relevés au moyen d'enregistreurs Manet-Rabut, ont à peine atteint 2^{me} 5 dans les parties les plus fatiguées des poutres. La dépense de transformation s'est élevée, par pont, à 3 875 francs, alors que la construction de ponts neufs aurait coûté près de 7 000 francs.

Les chemins de fer économiques. — M. COLSON, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Conseiller d'Etat, étudie, dans les *Annales des Ponts et Chaussées* (4^e trimestre de 1904), la question du concours financier donné par l'Etat et les localités intéressées pour développer les chemins de fer économiques.

Il examine tout d'abord, dans des considérations générales, la nécessité des subventions et les diffi-

cultés qui en résultent, ainsi que divers types d'association entre les Compagnies et les autorités publiques. Il montre que l'effet de chacune de ces combinaisons est totalement indépendant de la combinaison financière qui sert de base au régime.

Dans tous les cas, la difficulté est d'abord d'organiser l'exploitation en vue de réduire autant que possible les conflits entre l'intérêt public et l'intérêt de l'exploitant, ensuite de régler l'étendue des pouvoirs du contrôle dans des conditions qui, en cas de conflit, arment suffisamment l'autorité pour assurer au public un service convenable, tout en sauvegardant les intérêts de l'exploitant contre des exigences excessives.

Ces difficultés se compliquent, en ce qui concerne les chemins de fer économiques, de celle qui résulte de l'intervention simultanée du pouvoir central et des administrations locales qui concourent au paiement des subventions.

M. Colson indique comment les unes et les autres ont été résolues ou étudiées, dans les systèmes de subventions en vigueur, en France, en Belgique, en Allemagne et en Angleterre. La France est d'ailleurs la première qui ait édicté une législation générale en la matière. Dans l'étude des subventions allouées aux chemins de fer économiques par le Royaume-Uni, il sépare complètement l'Irlande de la Grande-Bretagne, les législations relatives à cette question étant absolument distinctes dans les deux îles.

Causes de rupture des longerons de locomotives. — Les ruptures assez fréquentes des longerons de locomotives ont donné lieu à maintes hypothèses sur les causes qui les provoquent. On les a attribuées notamment, soit aux chocs amenés par le jeu des boîtes à huile dans leurs glissières, soit à des flexions résultant des passages en courbes.

Dans le numéro de mars de l'*Organ für die Fortschritte des Eisenbahnw.*, M. BUSSE émet l'opinion que la cause primordiale de ces ruptures tient à l'insuffisance des moyens de dilatation laissés à la chaudière, aux endroits où elle repose sur les longerons. Les tensions et les contractions qui se manifestent alternativement dans les longerons, par suite des variations de température du générateur, ont pour effet de prédisposer ces organes à l'apparition de criques superficielles, que les chocs et les trépidations aggravent et transforment en cassures. On devra donc laisser à la chaudière la faculté de se dilater librement et il conviendra de s'assurer fréquemment que l'espace, qui existe généralement entre les parois de la boîte à feu et les longerons, n'est pas obstrué par la présence de corps étrangers qui, en y restant coincés, solidarisent ainsi le châssis et la chaudière.

ELECTRICITÉ

Essais de lampes à filament de tantale. — Dans l'*Electrical World*, du 25 mars, MM. KENNELLY et WITHERING publient une étude qu'ils ont faite sur un lot de dix lampes au tantale (1) à 110 volts et leur comparaison avec des lampes à filament de carbone à 120 volts. Ils accompagnent leur étude de courbes montrant la variation de résistance, de rendement, de puissance et d'intensité, en fonction de la tension aux bornes.

Les auteurs ajoutent à ces renseignements numériques des considérations intéressantes sur la variation de l'intensité lumineuse avec la variation de tension. Le filament de tantale commence à devenir visible à 9 % de la tension de marche, le filament de carbone n'étant visible qu'à 20 %.

Ils publient enfin une courbe de la répartition du flux lumineux, et terminent par un tableau des résultats des dix lampes essayées, tableau qui décèle une constance remarquable dans l'étalement.

Compteur d'électricité à crapaudine tournante. — L'*Electrical Review* (N.-Y.), du 4 février, décrit le compteur Stanley, dans lequel la crapaudine, qui supporte l'arbre, tourne elle-même, de façon à présenter constamment une nouvelle surface. Cette rotation, commandée par le mécanisme enregistreur, a lieu à raison d'un tour pour 1 800 000 tours du disque ou 1 000 kilowatts-heure environ. On espère par là augmenter dans la même proportion la durée de la crapaudine. Une expérience faite en laissant tourner pendant huit mois, nuit et jour, un compteur sans disque, c'est-à-dire à la grande vitesse de 660 tours par minute, n'a décelé aucune altération dans le pivotage.

L'arbre est creux et contient intérieurement un ressort de suspension.

L'*Electrical World and Engineer*, du 4 février, décrit également ce compteur.

L'électricité à l'Exposition de Saint-Louis. — M. CLARENCE FELDMANN publie, dans la *Zeits. des Ver. deutsch. Ing.*, du 8 avril, une étude faisant partie d'un ensemble de rapports sur l'électrotechnique à l'Exposition de Saint-Louis. Il signale, dans les expositions de la General Electric Co, de la Westinghouse Co, de la Western Electric Co, et de la Société alsacienne de Constructions mécaniques, un certain nombre de moteurs ou d'appareils de tableau particulièrement intéressants.

Moteurs asynchrones à faible vitesse. — Dans l'*Electrical World*, du 18 février, M. C. P. FELDMANN fait ressortir les difficultés de construction des moteurs d'induction à faible vitesse. Même en réduisant autant que possible le pas polaire, on se trouve conduit à un grand diamètre et à une faible longueur axiale, ce qui a pour effet d'augmenter le coefficient de dispersion.

L'auteur tourne la difficulté en divisant le moteur en deux de diamètre moitié moindre et de même largeur, ayant chacun la moitié du nombre de pôles, et par suite accouplés en série.

En constituant le rotor par l'induit du premier moteur et l'inducteur du second, le moteur ne nécessite aucun contact glissant.

La moitié seulement du fer inducteur étant soumise à la fréquence totale, les pertes dans le fer sont réduites, ce qui permet une amélioration de rendement.

MÉCANIQUE

La vitesse limite des moteurs à gaz. — Dans l'*American Machinist*, du 25 mars, M. H. L. FOWLE examine s'il est possible d'augmenter encore la puissance spécifique des moteurs à gaz et à pétrole, et notamment des moteurs d'automobiles, en reculant la limite de vitesse.

Les diverses raisons que peuvent donner les constructeurs pour ne pas dépasser les vitesses actuelles (vibration, usure excessive, limite provenant de la vitesse de propagation de la flamme, échauffement excessif) ne sont, de l'avis de l'auteur, applicables chacune qu'à des cas particuliers.

La seule limite réelle est, d'après lui, imposée par le poids des pièces à mouvement alternatif (piston et bielle) dont l'effort d'inertie ne doit pas dépasser la pression de compression.

En traçant les graphiques des compressions et des efforts d'inertie, pour deux moteurs donnés, il montre que les vitesses limites sont dans ces cas de 1 200 et 800 tours, et que l'emploi des pistons légers permet seul les grandes vitesses.

Il estime que le graissage n'est pas un obstacle, du moins si l'on adopte le graissage par circulation ou les paliers à billes.

Détermination graphique de la masse d'un volant. — M. WITTENBAUER, après avoir critiqué la méthode ordinaire de détermination des dimensions d'un volant, comme trop approximative, développe dans la *Zeits. des Ver. deutsch. Ing.*, du 25 mars, une méthode graphique beaucoup plus complète pour le détail de laquelle nous renverrons à l'article cité.

MINES

Explosion d'une mine chargée de 11 700 kilogr. de dynamite. — M. HUGO MÜNCH rend compte, dans la *Zeits. des Oesterr. Ingenieur-Vereines*, du 7 avril, des travaux qu'a nécessités l'explosion d'une mine très importante installée dans des conditions particulières.

Cette mine a eu pour objet de faire tomber les parois d'une carrière de grès ouverte au bord du Danube, à Greifenstein, pour les besoins d'une entreprise qui travaille à la régularisation du fleuve; la hauteur des parois, atteignant jusqu'à 120 mètres, avait été jugée excessive.

Après avoir établi minutieusement plusieurs projets et recherché les combinaisons qui devaient donner le meilleur rendement en même temps que la moindre projection de roches, on s'est décidé à installer, au pied du mur principal de la carrière, trois chambres souterraines chargées chacune à 3 900 kilogr. de dynamite, et éloignées de 40 mètres les unes des autres.

Les caisses de 25 kilogr. d'explosif ont été chargées au nombre de 150 dans chaque chambre, puis on a installé quatre caisses pourvues de détonateurs à échauffement et à étincelles, et enfin des paquets de dynamite faisant remplissage. La station des manipulateurs destinés à provoquer l'explosion était à 200 mètres de là; chaque genre de détonateurs lui était relié par un câble.

Tous les préparatifs ayant duré plusieurs jours, l'auteur fit enfin exploser les mines, qui jetèrent à bas d'abord 180 000 mètres cubes de roches; les jours suivants, il en tomba encore peu à peu environ 100 000 mètres cubes. Le prix de revient du mètre cube ressort à moins de 0 fr. 15 dans ces conditions.

L'auteur indique les formules qui ont été utilisées pour calculer *a priori* l'effet utile de l'explosion.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Remarques sur la stéréoscopie. — M. MARTEAU a récemment appelé l'attention, devant la Société française de Photographie, sur quelques points intéressants de la stéréoscopie, notamment sur le rôle de l'écartement des points homologues des deux images qui doivent être vues dans le stéréoscope, pour la localisation figurée, dans l'espace, des divers plans de ces images. Suivant les cas, en effet, le sujet photographié, tout en prenant son relief dans le stéréoscope, apparaît comme situé plus près ou plus loin que son cadre, c'est-à-dire que pour l'observateur il paraît, soit au delà de la boîte du stéréoscope, soit (partiellement ou totalement) dans cette boîte, ce qui nuit considérablement à l'illusion. La modification convenable de l'écartement des images permet de supprimer cet effet anormal.

D'autre part M. Marteau préconise, sous le nom de stéréomètre, une sorte de diagramme qui, inséré dans un stéréoscope à la place des photographies, permet d'examiner ce stéréoscope au point de vue de la facilité de superposition des images, pour des oculaires donnés et des photocopies montées à tel ou tel écartement. On trouvera des explications détaillées sur l'emploi de ce petit appareil, dans le *Bulletin de la Société française de Photographie*, du 15 mars.

L'industrie de la tourbe et de ses succédanés en Allemagne. — M. BRUNO SIMMERSBACH rappelle, dans les *Annalen für Gewerbe*, du 1^{er} mars, l'importance des marais de tourbe dans un grand nombre de régions de l'Allemagne, notamment la Poméranie, le Hanovre, le Brandebourg, la Bavière, etc., et fait ressortir l'intérêt qu'il y a à utiliser le mieux possible cette richesse naturelle, non seulement pour le chauffage, mais pour la transformer en filaments ou en granulés qui ont des emplois industriels, soit comme litière pour les animaux, soit dans les constructions, soit pour l'emballage des fruits et objets délicats, soit comme désinfectant.

Il donne la description d'une usine aménagée dans ce but, et indique les appareils dont l'emploi y est indispensable : fours à dessécher, hérissans pour l'émiettement de la tourbe brute, moulins, presses à mettre en balles, etc., et dresse un devis sommaire des frais de construction et d'exploitation.

SCIENCES

Travaux récents du Service de la Carte géologique de l'Algérie. — MM. JACOB, Ingénieur en chef des Mines, Directeur du Service, et FICHEUR, adjoint au Directeur, ont publié, dans les *Annales des Mines*, d'octobre 1904, une note sur les travaux récents exécutés par le Service de la Carte géologique de l'Algérie.

Depuis 1900, date de la publication de la troisième édition de la Carte géologique de l'Algérie au 1/800 000^e, les travaux ont porté principalement sur la continuation et l'achèvement d'un certain nombre de feuilles au 1/50 000^e concernant les régions du Tell qui intéressent le plus la colonisation et les travaux publics. Les collaborateurs de la Carte se sont efforcés de réunir toutes les observations qui se rattachent à la constitution physique du sol et, en particulier, se sont attachés à élucider les questions relatives au régime des eaux et à la distribution des nappes aquifères.

A ce point de vue, les contrées agricoles de la Basse-Kabylie et de l'Oued-Sahel, les régions du Chélif et du Dahra, dans le département d'Alger, les régions d'Oran, de Tlemcen, Mostaganem et de Mascara ont été soumises à des investigations détaillées.

(1) Voir au sujet de ces lampes, le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 13, p. 244.

En dehors des feuilles au 50 000^e, qui ne comprennent qu'une partie du Tell, les études se poursuivent à l'aide des feuilles au 200 000^e s'étendant tant sur les régions montagneuses de l'ouest (massif de Tlemcen-Saïda) que sur les hautes plaines, la région des steppes d'Alger, où la recherche des nappes aquifères est la question primordiale. Enfin, dans l'est, le bassin du Hodna et sa ceinture, le massif de l'Aurès et les hautes plaines qui s'étendent au nord, présentant des sujets très intéressants tant pour les questions d'application : régime des eaux, disposition des nappes aquifères, ressources agricoles, que pour la stratigraphie et la tectonique, ont été aussi l'objet de nouvelles recherches.

TRAVAUX PUBLICS

Projets du Gouvernement allemand relatifs au réseau des voies navigables. — Cette question, dont le *Génie Civil* a tout récemment signalé ⁽¹⁾ l'importance, se trouve de nouveau traitée par M. SYMPHER, dans le *Zentralbl. der Bauverw.*, du 5 avril, avec une carte très complète indiquant les améliorations projetées sur les canaux et rivières navigables, sur les cours d'eau non navigables, les réservoirs à créer, etc.

Rappelons que les plus importants de ces travaux, dont la procédure parlementaire est maintenant très avancée, comprennent : l'établissement d'un canal du Rhin à Hanovre (partant de Ruhrort et empruntant une partie du canal de Dortmund à l'Ems); la canalisation partielle du Weser et de l'Oder; la réunion de l'Oder à la Vistule en utilisant des affluents de ces fleuves; etc.

M. Sympher passe en revue les principales dispositions législatives qui doivent s'appliquer à l'ensemble de ces travaux et donne les chiffres des dépenses prévues.

Murs de soutènement en béton armé. — Le tunnel de Seattle, sur le réseau du Great Northern Railway, débouche d'un côté à 11^m 50 en contre-bas d'une avenue.

Pour maintenir le sol de cette avenue, on a construit un mur de soutènement en béton armé de 610 mètres de longueur, et dont la hauteur varie entre 11^m 50 et 0^m 60. M. C. F. GRAFF donne la description de ces travaux dans l'*Engineering News*, du 9 mars.

Le mur est constitué par une paroi antérieure presque verticale un peu amincie vers le haut et peu épaisse, faisant corps avec une base qui la dépasse un peu en avant et beaucoup plus en arrière. La partie arrière de la base est reliée à la paroi antérieure tous les 2^m 30 environ par des murs en retour faisant corps avec elle et limités à l'hypothèse de la section.

L'auteur expose, au moyen des données et hypothèses faites, le calcul des différentes parties : largeur de la base, mur de face, armatures de la base, du mur de face, des murs en retour, liens entre ceux-ci et les murs de face, puis il termine par les méthodes de construction.

L'économie d'un tel mur comparé à un mur de soutènement ordinaire varie entre 20 et 45 % quand la hauteur est comprise entre 3 et 12 mètres.

DIVERS

Fabrication de bandes perforées pour appareils musicaux. — L'*Electrical World*, du 4 février, décrit un mode d'obtention des bandes de papier perforées pour les pianos automatiques, dans lequel l'électricité joue un rôle important.

Dans ce procédé, appliqué par la Perforated Music Roll Co., on commence par tracer à la main une bande-type, que l'on perce ensuite (également à la main, à l'aide d'un appareil à poinçons multiples) et qu'on essaie finalement de façon à y apporter les corrections nécessaires.

Cette bande-type est ensuite passée entre un rouleau métallique et une série de 65 contacts à ressort, qui, correspondant à autant de poinçons d'un appareil de perforation, lancent en temps voulu le courant et permettent ainsi la duplication exacte et automatique.

Les particules de fer qui se trouvent quelquefois dans le papier de la bande-type pouvant en fausser la reproduction, on commence par rechercher ces particules en passant le papier entre deux rouleaux métalliques intercalés dans un circuit électrique. Chaque parcelle de fer ainsi trouvée est recouverte de papier gommé.

Ouvrages récemment parus.

Traité des surtaxes locales temporaires de chemins de fer (Loi du 26 octobre 1897), par Georges GUILLAUMOT, docteur en droit, auditeur au Conseil d'État, rapporteur-adjoint au Comité consultatif des Chemins de fer. — Un volume in-8^e de 225 pages. — Arthur Rousseau, éditeur, Paris, 1905. — Prix : 3 fr. 50.

L'objet de la loi du 26 octobre 1897, restée pendant plusieurs années presque inaperçue, est de mettre à la disposition des départements, communes ou chambres de commerce, des ressources spéciales affectées à la création ou l'amélioration de gares.

En effet, la jurisprudence du Conseil d'État refuse à l'Administration, à moins de stipulation spéciale du cahier des charges, le droit d'imposer à l'exploitant d'un chemin de fer la création de nouvelles gares ou de nouveaux services qui n'avaient pas été imposés à l'origine. Dès lors, force est aux départements et communes désireuses d'arracher à l'exploitant la création de nouvelles gares, d'y contribuer dans une forte proportion, et souvent même les particuliers intéressés doivent participer à ces dépenses.

Pour faciliter aux communes ces sacrifices souvent démesurés pour leur budget ordinaire, la loi de 1897 autorise l'établissement de surtaxes locales temporaires s'ajoutant aux frais de gare et applicables aux marchandises et voyageurs en provenance ou à destination d'une gare, de façon à rémunérer les avances consenties par les communes, départements ou chambres de commerce. C'est une opération d'escompte à longue échéance, analogue aux combinaisons qui lient l'État à de nombreuses chambres de commerce ayant avancé l'argent nécessaire à des travaux publics (réseaux téléphoniques, notamment).

Aujourd'hui que des applications assez nombreuses de cette loi utile ont permis d'en fixer la portée et la jurisprudence, M. Guillaumot a pu en rechercher les avantages et les inconvénients, et il étudie successivement les cas dans lesquels peuvent être instituées des surtaxes, la nature, l'assiette, le taux et la durée de ces surtaxes, enfin leur procédure d'institution, leur perception, leur comptabilité et leur contentieux.

Étude pratique des courants alternatifs simples et polyphasés et de leurs principales applications industrielles, par Henri CHEVALLIER, sous-directeur du Laboratoire d'Électricité de la Faculté des Sciences, professeur à l'École Supérieure d'Industrie et à la Société Philomathique de Bordeaux. — Un volume in-8^e de 360 pages, avec 425 figures. — Béranger, éditeur, Paris, 1905. — Prix : relié, 15 francs.

Ce traité est la reproduction des leçons professées par M. Émile Gossart, puis par l'auteur, au cours public d'Électricité industrielle fondé par la Société des Amis de l'Université de Bordeaux.

Il est facile de se rendre compte de la difficulté que présente l'exposition, devant un public peu familiarisé avec les calculs, de la théorie des courants alternatifs. Et cependant, à côté du petit nombre des Ingénieurs qui sont initiés à cette théorie, vient une foule d'électriciens de métier qui, ayant à manier ces courants, ont le désir légitime de les connaître aussi.

Il a donc fallu, pour M. Chevallier, parler en expérimentateur qui sait choisir les phénomènes et présenter les plus démonstratifs, en praticien qui connaît et sait résoudre les problèmes de l'usine, aussi bien que le maniement du moindre appareil.

Aussi, après avoir rappelé succinctement les lois de l'induction et décrit les alternateurs industriels, il aborde l'étude expérimentale de la forme des courants alternatifs au moyen des méthodes stroboscopiques, de l'oscillographe et de l'ondographe. C'est ensuite seulement que viennent l'étude graphique des courants sinusoïdaux, les mesures d'intensité et de différence de potentiel et la self-induction.

Les chapitres suivants sont relatifs aux condensateurs, transformateurs, alternateurs, moteurs mono et polyphasés, convertisseurs et redresseurs, etc. L'ouvrage se termine par la mesure et la tarification de l'énergie électrique et par quelques aperçus sur son transport à grande distance par courants alternatifs.

Cours de chimie, par R. DE FORCRAND, professeur à la Faculté des Sciences, directeur de l'Institut de chimie de l'Université de Montpellier. — Deux volumes in-8^e. — Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1905.

Tome I^{er} : *Généralités, Chimie minérale*; 325 pages, avec 16 figures. — Prix : 5 francs.

Tome II : *Chimie organique, Chimie analytique*; 317 pages, avec 19 figures. — Prix : 5 francs.

Quoique plus spécialement destiné aux élèves qui préparent le certificat d'études de physique, chimie et sciences naturelles, cet ouvrage s'adresse également aux candidats aux grandes Écoles, ou aux Écoles spéciales (agriculture, pharmacie, commerce, etc.), son niveau est intermédiaire entre celui du baccalauréat et celui de la licence.

L'auteur, utilisant largement la classification des éléments par familles naturelles, étudie d'abord et ensemble les métalloïdes appartenant à une même famille, puis ensemble les composés hydrogénés de chacun d'eux, et ensemble également leurs composés oxygénés; cette méthode permet de mieux faire ressortir les analogies et les différences, et doit mieux les graver dans la mémoire.

Il fait aussi grand usage des formules de constitution, ce qui permet, dans bien des cas, celui des composés oxygénés du soufre par exemple, de mettre en évidence à la fois les relations que tous ces composés ont entre eux et quelques-unes de leurs propriétés. En chimie organique, il adopte la classification par fonctions, passant progressivement ainsi du simple au composé et insistant surtout sur le mécanisme des réactions. La partie analytique est présentée logiquement d'une façon assez détaillée pour que l'étudiant puisse se faire une idée exacte des divers travaux de recherches d'un laboratoire.

Insistant, avant tout, sur le côté théorique des sujets, l'auteur a, cependant, en général, donné un développement en rapport avec l'importance qu'ils ont réellement dans la pratique.

Manuel des arts industriels, rédigé sous la direction de P. BLANCARNOUX, avec préface de G. HANOTAUX. — Un volume in-8^e de 312 pages. — V^e Duvion, éditeur, Paris, 1905. — Prix : 6 francs.

Les auteurs de ce Manuel se sont proposé d'étudier le recrutement du personnel des différentes branches de l'industrie. Ils passent en revue successivement : la préparation (écoles primaires et secondaires, professionnelles ou ordinaires; écoles supérieures, industrielles ou commerciales); puis la spécialisation (arts mécaniques, électricité, métallurgie, arts chimiques, arts du bâtiment, travaux publics, art militaire et naval, enseignement, commerce); enfin l'expatriation à l'étranger ou aux colonies, et ses débouchés actuels.

Lehrbuch der Baumaterialienkunde (Manuel technologique des matériaux de construction), par Max FOERSTER, professeur à l'École supérieure technique de Dresde. 2^e fascicule : *Les pierres artificielles* (1^{re} partie). — Un volume in-4^e de 240 pages, avec 50 figures. — W. Engelmann, éditeur, Leipzig, 1905. — Prix : 5 marks.

Après avoir, dans le 1^{er} fascicule de son ouvrage ⁽¹⁾, passé en revue les roches naturelles, leurs essais et leurs conditions d'emploi, M. Foerster étudie cette fois les pierres artificielles : grès et calcaires factices à ciment calcaire, à ciment siliceux; agglomérés de déchets naturels sans emploi de ciment (granit reconstitué, marbre artificiel, par exemple), stucs; briques de ciment, briques de scories, de magnésie, de liège, d'asphalte, de verre, plaques à base d'amiant, agglomérés de tourbe, etc.

Il consacre un premier chapitre aux appareils-types habituellement employés pour la fabrication de ces pierres artificielles, et aux méthodes d'essai qui leur sont applicables, puis il donne quelques renseignements sur chaque genre d'agglomérés, généralement d'après les brevets allemands qui les concernent. Un index bibliographique étendu termine ce fascicule.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 2, p. 32.

Le Gérant : H. AVOIRON.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 24, p. 400.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Constructions civiles :** Reconstruction d'un théâtre à Buenos-Ayres sans interruption des représentations quotidiennes, p. 17. — **Travaux publics :** Le canal de Panama. Historique des deux Compagnies françaises et de la vente de la concession aux États-Unis (*suite*), p. 19; A. DUMAS. — **Mécanique :** Pont roulant électrique de 100 tonnes (*planche II*), p. 24. — **Hygiène :** L'évacuation des matières de vidange (*suite et fin*), p. 25; L.-Colonel G. ESPITALIER. — **Variétés :** Distribution d'eau par deux réservoirs de niveaux différents, p. 29; — L'altération des révélateurs au

diamidophénol, p. 29; — Nouveau type de culasse pour moteurs à gaz, p. 29.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Académie des Sciences (1^{er} mai 1905), p. 30. — **BIBLIOGRAPHIE :** Revue des principales publications techniques, p. 30; — **Ouvrages récemment parus**, p. 32. — **INFORMATIONS :** Concours d'appareils à acétylène, p. 32; — La production des métaux dans le monde entier, en 1903, p. 32; — Exposition des procédés de stérilisation, p. 32.

Planche II : Pont roulant électrique de 100 tonnes.

CONSTRUCTIONS CIVILES

RECONSTRUCTION D'UN THÉÂTRE A BUENOS-AYRES

sans interruption des représentations quotidiennes.

Un travail curieux et qui constitue un véritable tour de force a été exécuté l'année dernière à Buenos-Ayres avec plein succès.

Il s'agissait de reconstruire entièrement le Casino de la rue Maipu, sur le même emplacement, et sans interrompre les représentations de chaque soir. Ce programme s'est accompli de point en point, mais non sans difficultés : il a fallu d'abord convaincre les autorités que le public ne courrait aucun danger, et obtenir du service d'inspection que chaque soir, avant l'ouverture des portes, une permission provisoire serait délivrée après examen de l'état des travaux et des échafaudages.

La plupart des opérations ont dû être exécutées entre minuit et deux heures de l'après-midi, le reste du temps étant consacré à la remise en place des sièges, tapis, etc., qu'on avait enlevés après la représentation pour faciliter les travaux. On accumulait les décombres dans le sous-sol, et on les y reprenait ensuite pour les faire disparaître. Les colonnes et pièces de charpente métallique étaient amenées toutes prêtes à monter, en tronçons assez courts pour que la manutention n'en fût pas difficile.

Comme le montre la figure 2, sur laquelle le plan de l'ancien Casino est indiqué (parties hachurées du dessin), il s'agissait non seulement d'un agrandissement considérable, mais d'un changement d'orientation complet de la scène et des galeries.

On a donc repris l'ancienne construction entièrement en sous-œuvre, en l'étayant d'une façon très complète; le terrain acquis pour l'agrandissement, figuré en haut et à gauche du plan, a facilité l'attaque de cette opération en fournissant un chantier libre de sujétions particulières. Une partie des murs mitoyens a été construite à neuf, mais le reste a été également repris en sous-œuvre.

La construction des nouvelles fondations des murs et piliers s'est donc faite sans obliger à interrompre le service de la salle située au-dessus.

Le gros mur de scène a dû naturellement être complètement refait sur nouveau plan : on l'a d'abord doublé par une série de piliers provisoires en fer, puis démolé dans l'espace d'une seule nuit, et enfin remplacé par une cloison en carreaux de plâtre derrière laquelle on a finalement réédifié le mur définitif.

L'ensemble des anciennes galeries a été également supprimé et remplacé par des galeries en ciment armé.

Enfin, avant de supprimer l'ancienne toiture (fig. 1), on a mis en place la coupole en tôle repoussée, fabriquée aux États-Unis, et qu'un mécanisme à commande électrique permet de faire glisser sur des poutres supérieures de façon à découvrir la salle en repoussant la toiture jusqu'au-dessus de la terrasse principale (fig. 4).

L'édifice est main-

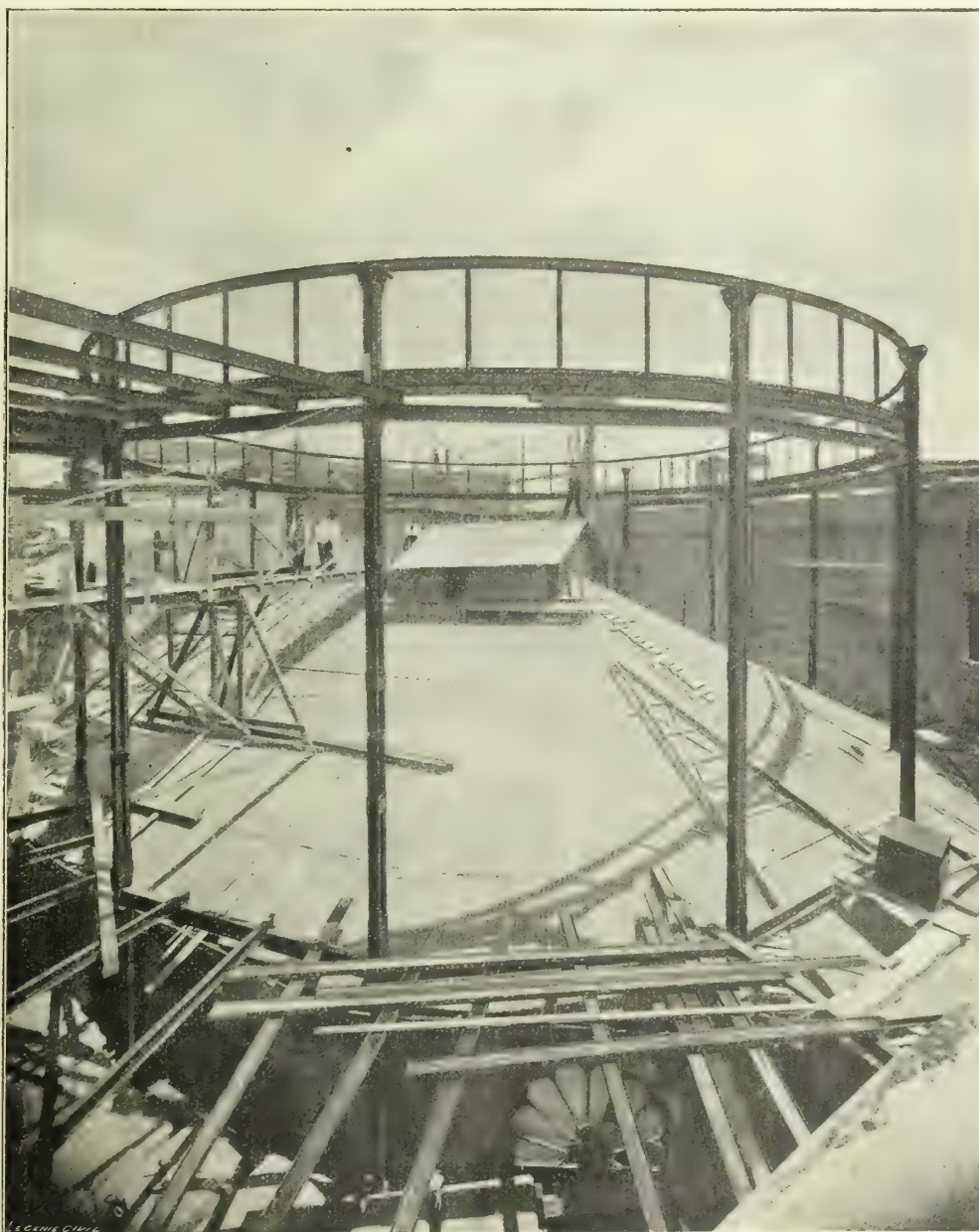


FIG. 1. — RECONSTRUCTION D'UN THÉÂTRE A BUENOS-AYRES : Montage de la charpente de la coupole au-dessus de l'ancienne toiture.

tenant, à l'exception des planchers, entièrement construit en matériaux incombustibles : fer, maçonnerie, ciment armé, et, pour les cloisons minces, séparations des loges, etc., fibro-ciment à base d'amiante. Les précautions d'usage sont d'ailleurs prises contre l'incendie : rideau d'amiante, postes d'eau, etc. L'éclairage et la ventilation (si nécessaire sous ce climat) sont entièrement électriques.

En faisant osciller cette charpente, au moyen d'une machinerie appropriée, autour des pivots, on obtient soit un plancher incliné (fig. 4), soit un plancher horizontal (1). Enfin, quand ont lieu les séances du cirque, on démonte entièrement le plancher pour dégager la piste inférieure.

La façade a été aussi complètement reconstruite, comme le mon-

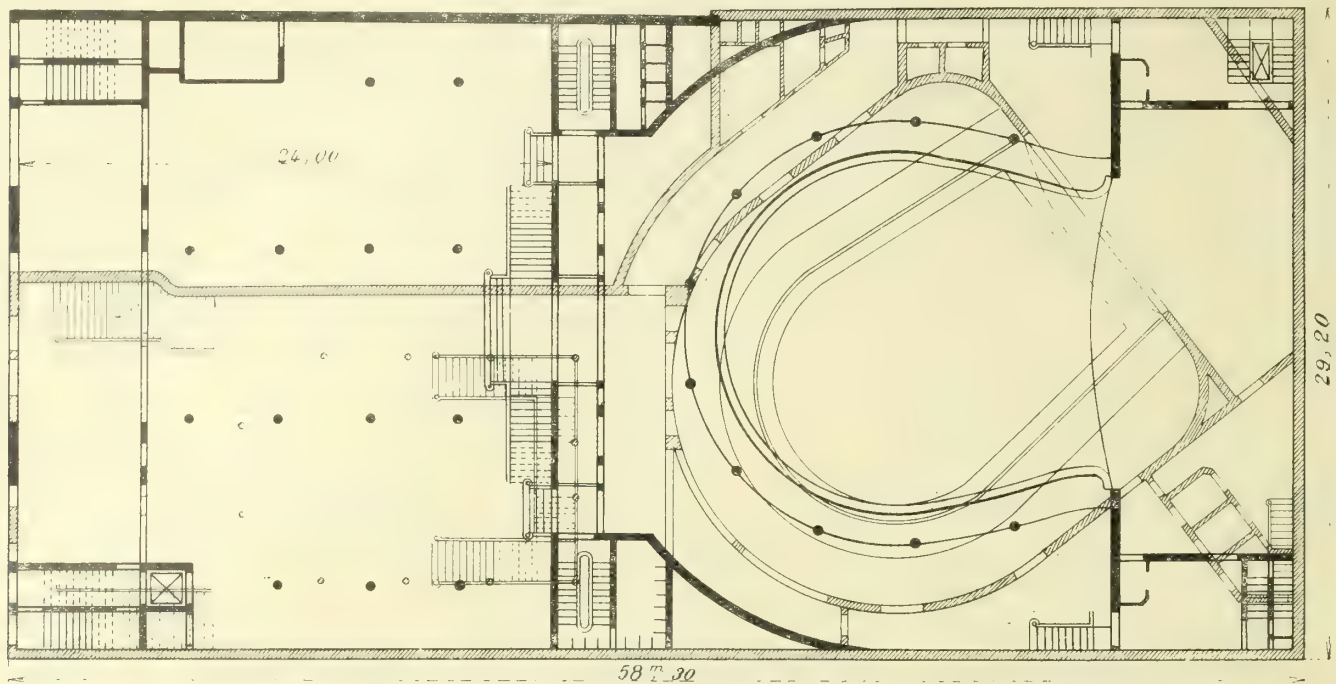


FIG. 2. — Plan d'ensemble du rez-de-chaussée (ancien et actuel).

..... murs anciens. ————— murs neufs.

Le Casino se compose donc actuellement, comme le montrent le plan d'ensemble du rez-de-chaussée et les coupes verticales que nous reproduisons ci-contre, d'un hall à deux étages surmonté d'une terrasse, qui précède une salle de théâtre à trois étages, sans compter le sous-sol où se donnent également des représentations.

Le plan occupe un peu plus de 1 700 mètres carrés; la salle a

trent les figures 5 et 6. On voit sur la figure 5 comment le travail a été conduit, en bâtissant d'abord sur le terrain contigu, puis en démolissant la façade primitive, d'un style vaguement mauresque. La figure 6 représente la façade actuelle sur la rue Maipu. On se rend compte de la complication des mouvements des matériaux dans cette rue étroite et encombrée, où circule un tramway.

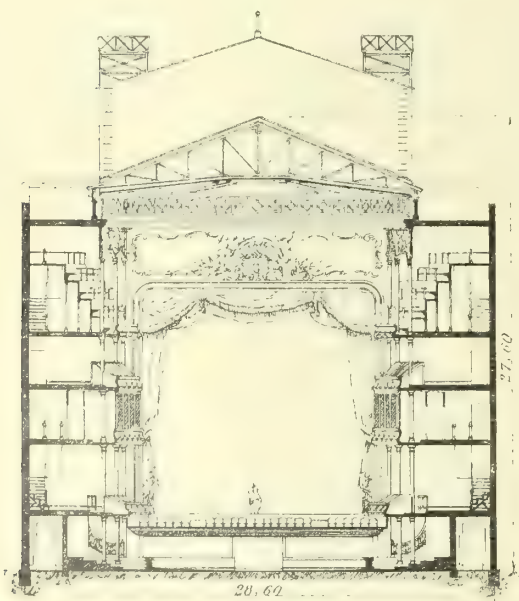


FIG. 3. — Coupe de la salle en face de la scène.

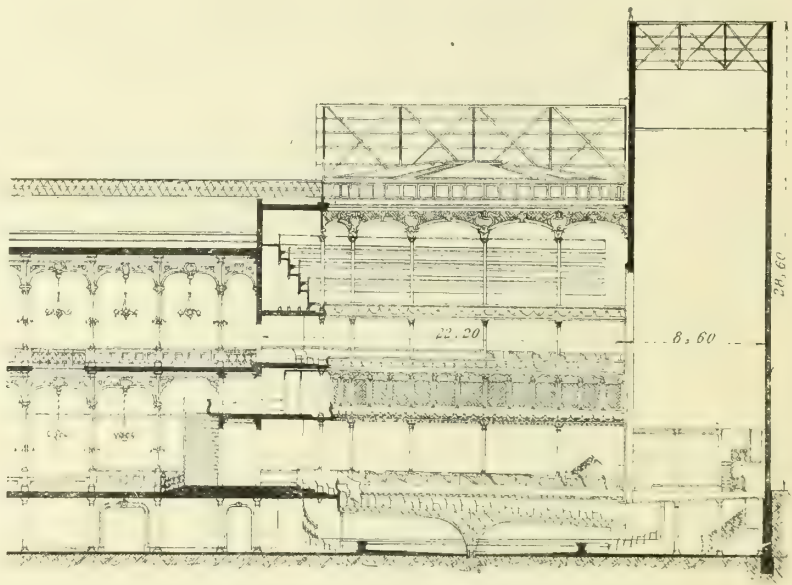


FIG. 4. — Coupe longitudinale de la salle et de la scène.

22 mètres de profondeur et 29 mètres de largeur totale; la scène, 14 mètres d'ouverture et 8 m 60 de profondeur; enfin, le sommet de la toiture est à 28 m 60 au-dessus du sol.

Le sous-sol actuel comprend (fig. 3 et 4) une piste de cirque avec ses dépendances, écuries et autres, plus les magasins de décors et salles de service du théâtre. Au près de la rue Maipu, un tir y est installé, et desservi par une entrée spéciale. Deux ascenseurs électriques mettent en communication le sous-sol avec chacun des étages.

Une particularité intéressante de la nouvelle salle consiste dans le plancher mobile de l'orchestre, monté sur une série de doubles consoles métalliques à pivot inférieur (fig. 3 et 4).

La nouvelle façade possède trois larges baies elles-mêmes divisées en entrées distinctes

1° Au grand hall, par où l'on accède à l'orchestre et aux gradins inférieurs qui entourent la piste;

2° Au tir du sous-sol;

3° Aux loges;

4° A l'amphithéâtre;

5° Aux bureaux (situés sur la rue, à l'entresol);

(1) La grande salle de la Société des Ingénieurs civils de Paris possède également un plancher à basculement, mais construit d'une façon un peu différente de celui-ci. Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 11, p. 161.

6° Au sous-sol (rampe pour le service des décors et l'entrée des animaux; entrée des artistes, service de la scène, etc.).

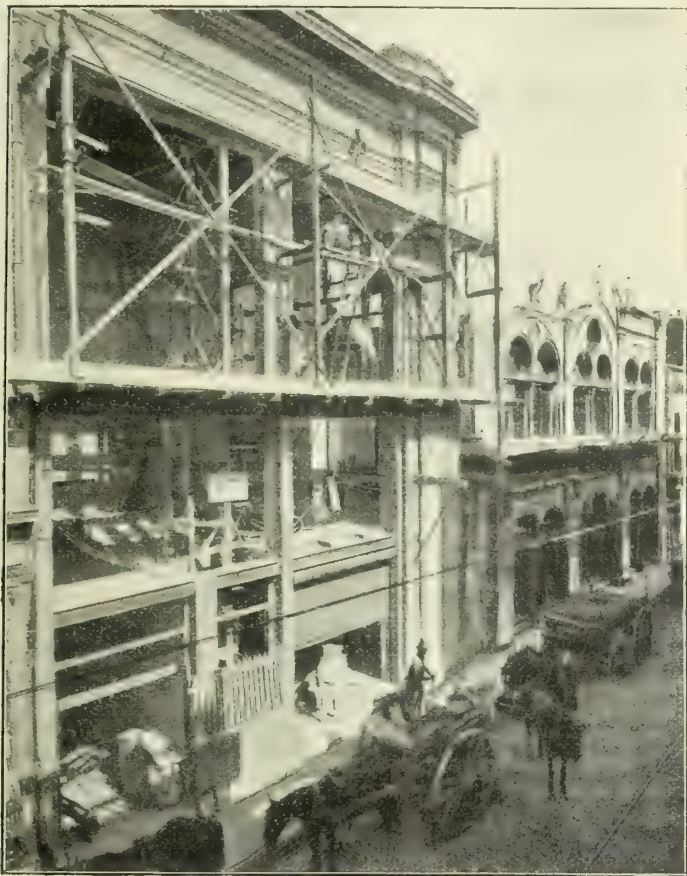


Fig. 5. — Construction de la nouvelle façade et démolition de l'ancienne.

Malgré la difficulté d'obtenir une construction solide dans les conditions que nous venons de rapporter, le Casino de la rue Maïpu a depuis lors bien résisté, même aux surcharges exceptionnelles qu'il a dû subir en raison de l'affluence des spectateurs (4 000 environ à la

fois) aux représentations du championnat de lutte pendant l'été dernier.

Cette épreuve concluante permet à l'architecte et au constructeur,



Fig. 6. — Vue d'ensemble de la façade actuelle.

français tous les deux, MM. Ch. Séguin et A. Prunières, qui ont mené à bonne fin leur audacieux projet, de compter désormais en toute sécurité sur la solidité de l'édifice.

A. C.

TRAVAUX PUBLICS

LE CANAL DE PANAMA

Historique des deux Compagnies françaises et de la vente de la concession aux États-Unis.

(Suite 1.)

Cession du canal de Panama aux États-Unis. — Nous avons vu dans la première partie de cette étude que, par suite des lenteurs apportées par la Compagnie nouvelle du canal de Panama dans l'élaboration d'un programme d'exécution du canal, elle s'était trouvée, en 1899, dans la nécessité de renoncer à cette exécution, par suite de la menace d'un canal concurrent que le Gouvernement des États-Unis manifestait l'intention de construire au Nicaragua (fig. 3 à 5).

Dès le milieu du XIX^e siècle, ce Gouvernement s'était préoccupé de l'établissement de ce dernier, et c'est pour en assurer la neutralité qu'il avait signé, en 1850, avec le Gouvernement anglais, le traité bien connu sous le nom de traité Clayton-Bulwer. Cependant aucune des tentatives faites pour sa réalisation n'avait été sérieuse, jusqu'à celle entreprise par M. Ménocal, à la suite de la concession qui lui avait été accordée par le Gouvernement du Nicaragua, le 24 avril 1887. En 1888, cet Ingénieur forma la Maritime Canal Company of Nicaragua qui, après la cessation des travaux du canal de Panama, entreprit quelques travaux préparatoires et, notamment, des dragages dans le port terminus de Greytown, au moyen de six grandes dragues ayant déjà servi au creusement de ce dernier canal.

Cette Compagnie ne disposait d'ailleurs que d'un faible capital, entièrement fourni par les promoteurs de l'entreprise, au nombre d'une trentaine. Elle put exécuter pour 2 millions de dollars de travaux avant le 10 novembre 1890, ainsi que l'y obligeait son contrat de concession, mais là se borna son effort; jamais elle ne put réunir un capital suffisant pour entreprendre effectivement l'exécution du canal.

Le mouvement d'opinion qui prit naissance aux États-Unis en 1898, à la suite de leur guerre avec l'Espagne, fut naturellement très favorable à la Compagnie du Nicaragua et, quoiqu'en raison de la non-exécution de son contrat elle fût sur le point de voir sa concession annulée, elle trouva de chauds défenseurs, parmi lesquels le sénateur Morgan qui jouissait d'une grande influence.

Sur ses instances le Sénat américain vota, par quarante-six voix contre six, le 21 janvier 1899, un bill par lequel le Gouvernement achetait, en quelque sorte, la concession de cette Compagnie. D'autre part, une Commission spéciale de la Chambre des Représentants adoptait, le 3 février 1899, un bill prescrivant, en principe, l'achat, par le Gouvernement des États-Unis, aux Gouvernements de Nicaragua et de Costa Rica, du territoire nécessaire pour construire le canal, avec les ressources du Trésor public américain et sous la direction des agents du Gouvernement de ce pays.

Connaissant le mouvement d'opinion qui régnait aux États-Unis en faveur du canal du Nicaragua, et prévoyant que l'adoption de mesures sérieuses en sa faveur rendrait en quelque sorte impossible l'achèvement de l'entreprise dont elle avait la charge, la Compagnie nouvelle du canal de Panama avait envoyé, dès le mois de novembre 1898, son directeur général, M. Hutin, à Washington, afin d'inviter le Gouvernement à procéder à l'étude comparative des canaux de Panama et du Nicaragua. Après d'assez vives discussions, le Congrès adoptait enfin, le 3 mars 1899, une résolution par laquelle « le Président des États-Unis recevait autorisation et pouvoir de faire faire des investigations détaillées et complètes pour déterminer la route la plus facile et la plus praticable pour un canal à travers l'isthme américain ».

Comme suite à cette résolution, le président Mac Kinley institua, le 10 juin 1899, l'*Isthmian Canal Commission* ou Commission du Canal Isthmique, composée de neuf membres et présidée par l'amiral Walker.

RAPPORT DE L'ISTHMIAN CANAL COMMISSION. — Cette Commission a examiné tous les projets de canaux possibles à travers l'isthme américain, mais en réalité elle n'a étudié en détail que les deux voies de Panama et du Nicaragua qui, depuis longtemps d'ailleurs, avaient été reconnues comme étant de beaucoup les plus avantageuses. Après

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 1, p. 1.

avoir étudié les documents mis à sa disposition par la Compagnie du Canal de Panama et visité les chantiers de cette Compagnie, ainsi que le tracé du projet par le Nicaragua, cette Commission déposait, dès le 30 novembre 1900, un rapport préliminaire dont les conclusions étaient que, quoique le canal de Panama fût plus facilement faisable que celui du Nicaragua, le Gouvernement des États-Unis devait, à cause des difficultés d'ordre politique, poursuivre l'achèvement de ce dernier.

Le motif de cette décision était l'interdiction faite à la Compagnie du Canal de Panama, par l'article 21 de la loi de concession, de céder ses droits à un gouvernement étranger sans l'autorisation du Gouvernement colombien.

Cette Compagnie, qui prévoyait cette objection, avait d'ailleurs engagé dans le courant de l'année 1900, des négociations avec la Colombie afin d'obtenir l'autorisation de transférer sa concession au Gouvernement des États-Unis. L'avis donné par la Commission Walker vint à point pour décider le Gouvernement de Bogota à entrer dans ces vues. Cette autorisation fut promise dès le 28 mars 1901 et aussitôt les pourparlers entre la Compagnie de Panama et le Gouvernement des États-Unis prirent une forme officielle.

En vue de servir de base à la fixation d'un prix de cession, la Compagnie fit présenter par M. Hutin, devenu président de son Conseil d'administration, un état estimatif de tous ses biens dans l'isthme : concession, matériel, constructions, travaux, droits sur le Panama R. R. etc., état qui s'élevait à 565 millions de francs. Après une longue discussion, la Commission du Canal isthmique déposa, le 21 novembre 1901, un rapport dans lequel, après avoir fait ressortir les avantages du canal de Panama, elle se prononçait cependant en faveur du canal du Nicaragua.

Avant d'expliquer comment était motivée cette décision inattendue, il est nécessaire de dire quelques mots sur les dispositions générales adoptées par la Commission sur chacun des deux projets.

Nous avons vu, dans la première partie de cette étude, que la Compagnie nouvelle s'était prononcée en faveur d'un projet à huit écluses, à deux lacs superposés et à alimentation du bief de partage par une rigole dérivée du Haut-Chagres (1).

2° Un lac créé par le barrage établi en ce point, dont le plan d'eau varie entre les cotes 25 et 27,45 (82 et 90 pieds) au-dessus du niveau de la mer et qui sert de voie navigable jusqu'à la tranchée centrale, à Obispo, soit sur 21 kilom.; ce lac, constituant le bief de partage, reçoit les eaux du Chagres et est prolongé par la tranchée centrale de 10 kilom. de longueur, jusqu'à l'échelle de deux écluses de Pedro-Miguel, qui permet la descente sur le Pacifique, de même que les deux écluses accolées au barrage de Bohio rachètent la différence de niveau créée par cet ouvrage;

3° Un bief intermédiaire entre les écluses de Pedro-Miguel et l'écluse de marée de Miraflores;

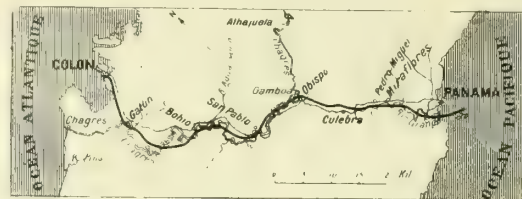


FIG. 1. — Plan schématique du canal de Panama, à la même échelle que le plan du canal du Nicaragua (fig. 3).

4° Enfin le bief maritime du Pacifique dont le plafond est à 45 pieds soit 13^m 70 au-dessous du niveau moyen de la mer.

Soit, en tout, une longueur de 75 kilom. et cinq écluses (1).

Au contraire, le projet de canal par le Nicaragua (fig. 3 et 4), tel qu'il a été établi par la Commission américaine, comporte une longueur totale de 292 kilom., et quatre écluses sur chaque versant sont nécessaires pour racheter la différence de 32 à 34 mètres qui existe entre le niveau de la mer et celui du plan d'eau du lac du Nicaragua, qui sert de bief de partage au canal. Sur cette longueur totale de 292 kilom., 112 seulement sont compris dans la traversée du lac, le reste se partage en une section de 64 kilom. constituée par le fleuve San-Juan

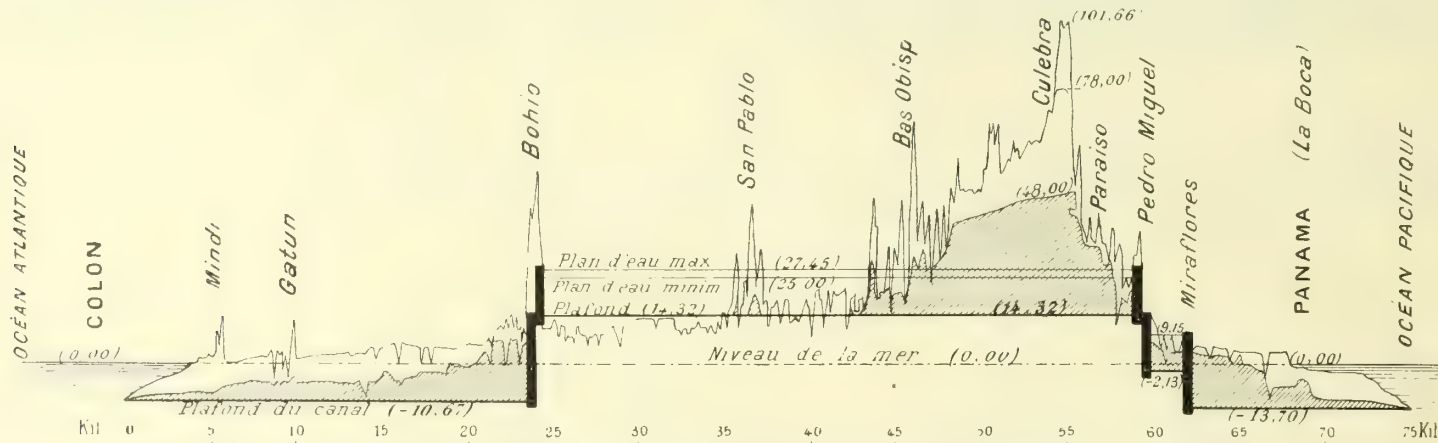


FIG. 2. — Profil en long du canal de Panama, d'après le projet de la Commission américaine (cinq écluses).

En même temps que ce projet, le Comité technique de la Compagnie en avait étudié un autre ne comportant qu'un seul lac central alimenté directement par le Chagres et constituant lui-même le bief de partage dont le plan d'eau aurait été à 20 mètres au-dessus du niveau de la mer. C'était en somme la solution préconisée, dès 1879, par M. Godin de Lépinay et reprise depuis, comme nous l'avons montré, par plusieurs auteurs.

Le projet adopté par l'Isthmian Canal Commission n'est, de son propre aveu, qu'une très légère modification « du second projet conçu par les Ingénieurs français », obtenue en surélevant le niveau du lac de Bohio jusqu'à la cote 27. C'est d'ailleurs la solution la plus rationnelle et la plus avantageuse si l'on fait abstraction, dans une certaine mesure, du prix de revient et de la durée de la construction. Nous avons déjà, en 1900 (2), fait remarquer que c'est à une solution de ce genre que devaient tout naturellement aboutir les Ingénieurs américains. Les solutions comportant un bief de partage plus élevé, et par suite un plus grand nombre d'écluses, n'avaient été proposées qu'en vue de réduire la dépense et les délais d'exécution, points essentiels pour une Compagnie industrielle privée, mais de peu d'importance pour le Gouvernement des États-Unis, surtout dans les conditions où il est devenu le maître de l'entreprise.

Le projet d'achèvement ainsi adopté présente une extrême simplicité. Il comporte, en effet, en partant de Colon (fig. 1 et 2) :

1° Une partie à niveau de 24 kilom. de longueur, jusqu'à Bohio, dont la profondeur est de 33 pieds, soit 10^m 67;

canalisé et deux sections constituées par un canal spécialement creusé, l'une entre le fleuve San-Juan et le port de Greytown, sur le golfe du Mexique, et l'autre entre le lac et Brito, le port du Pacifique.

(1) On a annoncé récemment que les Américains allaient abandonner ce projet de canal à écluses et entreprendre l'exécution du canal à niveau. En réalité, une délégation de l'Isthmian Canal Commission, qui a séjourné à Panama en janvier et février 1905, a effectivement déposé un rapport concluant à l'adoption d'un canal à niveau dont le coût est évalué à 230 millions de dollars, soit près de 1 200 millions de francs. Toutefois, rien ne prouve encore que ce projet sera définitivement adopté.

Il doit d'ailleurs être soumis à l'approbation du Congrès qui n'a encore voté, pour l'exécution des travaux, que la somme de 133 millions, prévue dans la loi Spooner dont nous parlons un peu plus loin. Le Congrès s'étant séparé le 4 mars et ne devant se réunir à nouveau qu'au mois de décembre, ce n'est qu'à cette époque que la question du changement de projet et de l'augmentation de dépense qui en résulte pourra lui être soumise.

D'autre part, la composition de la Commission du Canal a été récemment notablement modifiée et on y a admis, mais à titre consultatif seulement, trois Ingénieurs étrangers : un français, un anglais et un allemand. L'Ingénieur français désigné pour faire partie de cette Commission est M. Guérard, Inspecteur général des Ponts et Chaussées.

Ajoutons enfin que divers auteurs ont récemment présenté de nouvelles solutions de l'achèvement du canal. Nous nous bornerons à signaler celles imaginées par MM. Lindon W. Bates et Ph. Bunau-Varilla.

M. Bates propose l'exécution d'un canal à deux écluses seulement, l'une au Mindi, sur le versant Atlantique, et l'autre à La Boca, tout près du Pacifique.

Dans une communication qu'il a fait présenter, par M. le docteur d'Arsonval, à la séance de l'Académie des Sciences du 8 mai courant, M. Bunau-Varilla préconise l'adoption d'un canal à écluses qui serait ensuite, sans interruption de la navigation, transformé en canal à niveau.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 4, p. 6.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVI, n° 26, p. 421.

Les figures 1 à 4 représentent à la même échelle les plans et les profils en long des deux canaux permettant de comparer les deux solutions, au point de vue de leur longueur et de leur nombre d'écluses.

Tandis que le canal de Panama possède à chaque extrémité un port excellent, les deux ports ci-dessus sont entièrement à créer et cela dans des conditions particulièrement difficiles et aléatoires.

La Commission estime à douze heures la durée de la traversée du canal de Panama, tandis qu'elle évalue à trente-trois heures celle du

Déblais exécutés	dollars.	27 474 033
Actions du Panama Rail Road	—	6 886 000
Cartes, plans et archives	—	2 000 000
		36 360 333
10 % en plus pour omissions	—	3 639 667
TOTAL	dollars.	40 000 000

Pour expliquer le premier chiffre, la Commission disait que sur les 55 millions de mètres cubes excavés, tant par l'ancienne Compagnie



FIG. 3. — Plan schématique du canal du Nicaragua, à la même échelle que celui du canal de Panama (fig. 1).

canal du Nicaragua. Elle reconnaît que la régulation du niveau du lac de Bohio se fera automatiquement par un simple déversoir, tandis que celle du lac du Nicaragua devra être obtenue au moyen de vannes exigeant l'intervention d'une surveillance et d'une main-d'œuvre.

Malgré tous ces avantages en faveur du canal de Panama, et bien d'autres encore que la Commission a fait elle-même ressortir, son rapport du 21 novembre 1901 concluait cependant à l'adoption du canal du Nicaragua. Après avoir refusé de discuter le devis de 565 millions de francs dressé par la Compagnie de Panama elle a simplement prétendu que le total de ce devis était beaucoup trop élevé.

que par la nouvelle, 30 millions seulement seraient réellement utilisés par le projet qu'elle préconisait.

Elle estimait que les actions du Panama Rail Road, qui avaient cependant été acquises par l'ancienne Compagnie au prix de 268 dollars, devaient simplement être remboursées au pair de 100 dollars.

Enfin, elle ne donnait aucune indication sur la base dont elle s'était servie pour fixer le troisième chiffre du détail ci-dessus.

D'autre part, la Commission avait reconnu que, tandis que les frais annuels d'exploitation et d'entretien du canal du Nicaragua seraient de 3 300 000 dollars, les frais correspondants du canal de Panama ne

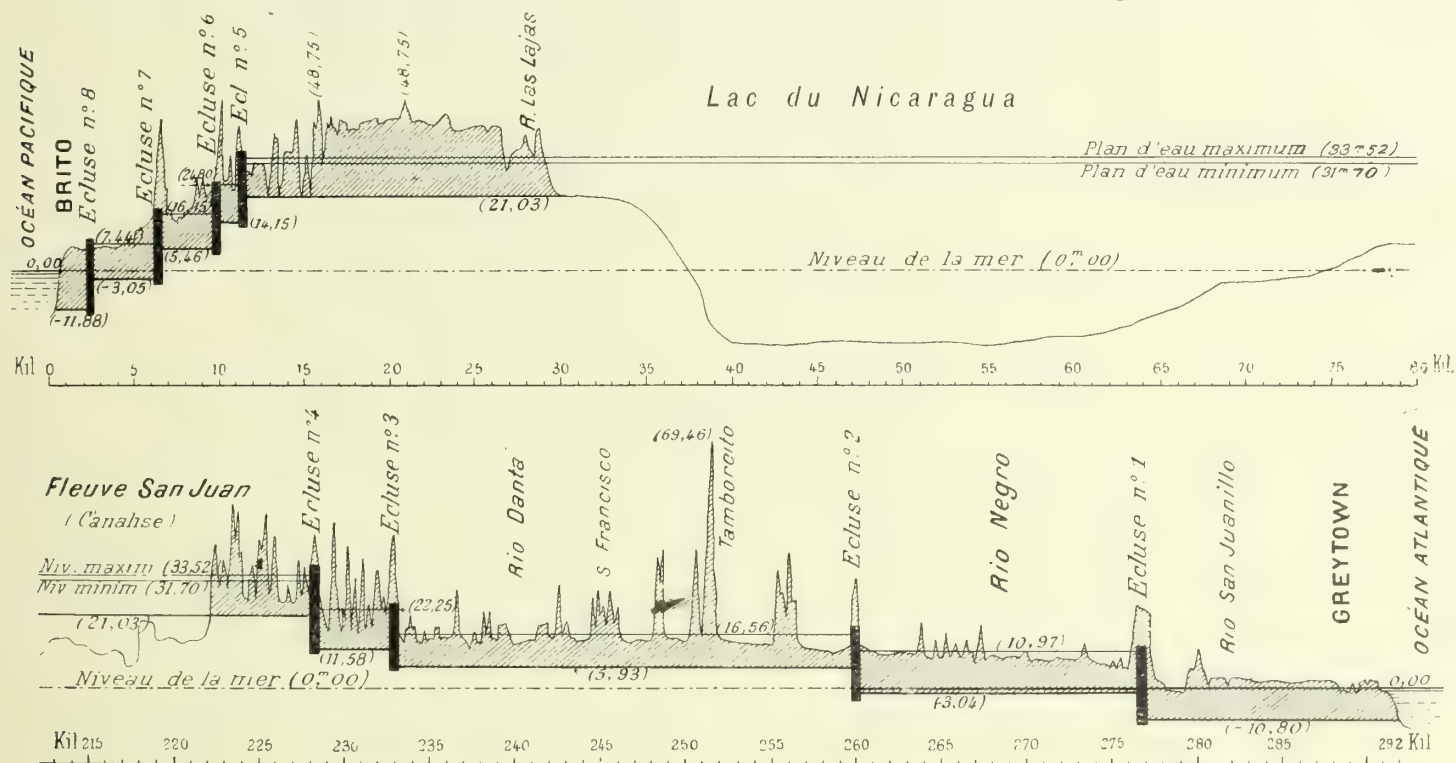


FIG. 4. — Profils en long des extrémités du canal du Nicaragua, d'après le projet de la Commission américaine (huit écluses).

L'échelle de ces profils est la même que celle du profil du canal de Panama (fig. 2).

A son avis, le coût des deux canaux, non compris les prix d'acquisition des concessions des gouvernements intéressés, devait être de :

Nicaragua	dollars.	189 864 062
Panama	—	144 233 358

La Compagnie du Canal de Panama demandant, en outre, 565 millions de francs, soit 109 141 500 dollars, pour la cession de ses droits, cela portait le coût de ce canal à 253 374 858 dollars, c'est-à-dire à 63 510 796 dollars plus cher que celui du Nicaragua.

La Commission n'estimait d'ailleurs qu'à 40 millions de dollars seulement tous les biens de la Compagnie du Canal de Panama.

Sentant combien ce chiffre était inférieur à la valeur de l'actif auquel il s'appliquait, elle n'avait, d'ailleurs, presque pas pris la peine de le justifier. Elle en donnait la décomposition suivante :

seraient que de 2 millions de dollars, soit 1 300 000 dollars de moins. Si elle avait voulu faire une œuvre loyale elle aurait dû déclarer que, pour comparer utilement les prix de revient des deux canaux, il était nécessaire de majorer celui du Nicaragua du capital nécessaire au paiement de ce supplément de frais annuels d'exploitation. Capitalisé au taux de 2 %, taux prévu par la loi Spooner, qui autorise la construction du canal par le Gouvernement des États-Unis, cette somme de 1 300 000 dollars correspond à un capital de 65 millions de dollars.

Majoré de cette somme, le coût du canal du Nicaragua devient supérieur à celui du canal de Panama, augmenté du prix demandé d'abord par la Compagnie nouvelle :

$$189\,864\,062 + 65\,000\,000 = 254\,864\,062 \text{ dollars.}$$

$$144\,233\,358 + 109\,141\,500 = 253\,374\,858 \text{ —}$$

L'annonce des conclusions de la Commission du canal isthmique en faveur du canal du Nicaragua provoqua un véritable affolement dans le Conseil d'administration de la Compagnie de Panama. Son président, dont les négociations avaient été si peu heureuses, se trouva dans l'obligation de démissionner et, dès le 9 janvier 1902, la Compagnie télégraphiait à l'amiral Walker qu'elle offrait de céder tout son actif pour la somme de 40 millions de dollars.

Le même jour avait eu lieu, à la Chambre des Représentants, le vote du bill Hepburn demandant l'exécution du Nicaragua. Mais lorsque ce bill vint devant le Sénat, cette assemblée se trouva en présence d'un nouveau rapport de la Commission du canal isthmique, en date du 18 janvier, disant que, en présence de l'offre faite par la Compagnie de Panama, elle était d'avis que « la route la plus pratique et la plus faisable, pour un canal isthmique placé sous le contrôle, la direction et la possession des États-Unis, est celle connue sous le nom de route de Panama ».

Une longue discussion devant le Sénat aboutit enfin, le 19 juin 1902, au vote du bill Spooner, proposant l'achat des biens de la Compagnie et la construction du canal de Panama par le Gouvernement des États-Unis. Ce bill, voté ensuite, le 26 du même mois, par la Chambre des Représentants, devint la loi qui décida du sort du canal interocéanique.

Les quelques détails que nous venons de rappeler de la lutte entre le canal de Panama et celui du Nicaragua montrent que ce dernier a été autre chose qu'un simple épouvantail mis en avant par les États-Unis pour acquérir à vil prix la concession de Panama. A tort ou à raison, la voie du Nicaragua était depuis longtemps la plus populaire dans ce pays et elle y avait de sincères partisans.

Toutefois, il est certain que livrés à eux-mêmes ces derniers, mal renseignés, d'ailleurs, sur les avantages et les inconvénients respectifs des deux canaux, n'auraient pas eu, tant s'en faut, l'influence dont ils ont disposé au cours des discussions que nous venons de rappeler. En réalité, cette influence était due aux adversaires de tout canal interocéanique, et qui, n'osant manifester leur avis ouvertement, se prononçaient en faveur du projet présentant le plus de difficultés et, par suite, le moins de chances de réalisation et, en tout cas, le plus long délai d'exécution. Nous voulons parler des Compagnies de chemins de fer transcontinentaux auxquelles le canal est appelé à faire une réelle concurrence.

Pour apprécier l'attitude qu'ont pu avoir ces Compagnies au sujet de la création d'un canal interocéanique, il suffit de se rappeler la guerre qu'elles ont faite au chemin de fer qui traverse l'isthme de Panama.

A l'instigation de M. Huntington, l'un des « rois des chemins de fer », président du Southern Pacific R. R. (Nouvelle-Orléans à San-Francisco), dix-sept Compagnies s'étaient réunies pour subventionner la grande Compagnie de navigation qui s'était assurée le monopole du fret à transporter par le Panama R.R. Grâce à cette subvention, qui atteignait 150 000 dollars par mois, la Pacific Mail Steamship s'était engagée vis-à-vis des Compagnies à ne livrer à ce dernier et à n'accepter de lui qu'un tonnage déterminé et très inférieur à celui qu'il aurait pu transporter.

On pourrait citer d'autres faits montrant la lutte entreprise par les chemins de fer transcontinentaux des États-Unis contre l'établissement d'un trafic important à travers l'Amérique centrale. Cette hostilité n'a pas osé se déclarer ouvertement lors des discussions qui ont eu lieu récemment au sujet du canal interocéanique, parce qu'elle se serait heurtée au sentiment national qui était presque unanimement favorable à ce canal, mais il n'est pas douteux que les intérêts qui se trouveront lésés par la création de cette voie, se sont coalisés pour chercher à faire aboutir la solution la plus défavorable et la plus longue à réaliser.

Conduite par des partisans sincères ou par des adversaires déguisés, la campagne en faveur du canal du Nicaragua a été réellement sérieuse et il serait exagéré de dire que ce dernier n'a été qu'un spectre agité pour effrayer la Compagnie de Panama et l'amener à céder ses droits pour une somme dérisoire.

Cette constatation faite, on doit néanmoins, reconnaître que le Gouvernement des États-Unis a véritablement abusé de l'affolement dans lequel les perspectives d'adoption du canal du Nicaragua avaient jeté la Compagnie de Panama. Il ne semble pas douteux qu'avec un peu plus d'habileté dans les négociations et un peu plus de fermeté au moment décisif, les États-Unis auraient payé pour le canal de Panama une somme au moins aussi élevée que celle à laquelle ils estiment le canal du Nicaragua, puisque, de leur propre aveu, le premier présente beaucoup plus d'avantages et beaucoup moins d'aléas que le second.

En outre des avantages signalés par l'Isthmian Canal Commission et dont nous avons cité les principaux, l'adoption de la route de Panama par les États-Unis avait pour effet d'écarter toute éventualité d'un canal concurrent, tandis qu'au contraire, en fixant leur choix sur le projet du Nicaragua, ils laissaient subsister une entreprise à moitié

exécutée et qui pouvait parfaitement être reprise et menée à bonne fin. Si l'on se rappelle que c'est surtout dans un but militaire que le Gouvernement de M. Roosevelt veut construire le canal, on conçoit que cette seule considération était de nature à lui faire choisir Panama, même quand il aurait dû coûter beaucoup plus cher que Nicaragua.

TRAITÉ HAY-PAUNCEFOTE. — On sait que dès la fin de la première moitié du siècle dernier, les États-Unis avaient accepté, par le traité Clayton-Bulwer, de garantir la neutralité du canal interocéanique et d'en partager le contrôle avec l'Angleterre. Ce traité avait eu en vue surtout le canal du Nicaragua, mais il s'appliquait cependant à toute entreprise similaire à travers l'Amérique centrale.

Sous la pression de l'état d'esprit créé aux États-Unis, en 1898, par la guerre hispano-américaine, le Gouvernement de ce pays songea à s'assurer le contrôle exclusif du canal, c'est-à-dire à s'affranchir des garanties de neutralité du canal que consacrait le traité Clayton-Bulwer. La situation difficile dans laquelle se trouvait alors l'Angleterre, par suite de sa guerre avec les républiques sud-africaines, rendait le moment favorable pour amener cette puissance à la renonciation des droits que lui donnait ce traité.

Des négociations engagées à ce sujet aboutirent d'abord à une première convention, en date du 7 février 1900, passée entre M. Hay, secrétaire d'État du Gouvernement des États-Unis, et M. Pauncefote, ambassadeur d'Angleterre, stipulant que « le canal pourra être construit sous les auspices du Gouvernement des États-Unis, soit directement à ses frais, soit par don ou prêt d'argent à des individus ou à des Sociétés, soit par souscription ou achat d'actions ». L'Angleterre renonce à son droit de contrôle conjoint au profit des États-Unis qui jouiront de tous les droits provenant du fait de la construction et auxquels appartiendra le droit exclusif de réglementer et d'administrer le canal. Toutefois, ces derniers déclarent accepter les mêmes bases de neutralité que celles établies pour la libre navigation du canal de Suez, par la convention de Constantinople du 18 octobre 1888.

Les concessions ainsi faites par l'Angleterre ne furent pas jugées suffisantes par le Sénat américain, qui ajouta aux paragraphes définissant les conditions de neutralité (liberté de navigation pour tous, interdiction de tout acte de guerre dans le canal qui ne sera jamais bloqué, etc.) la clause restrictive suivante : « Il est entendu, toutefois, qu'aucune des conditions et stipulations qui précèdent ne s'appliquera aux mesures que les États-Unis pourront juger utile de prendre pour assurer, par leurs propres forces, la défense des États-Unis et le maintien de l'ordre public. »

C'est dire, en somme, que le respect de la neutralité du canal est laissé à la discrétion du Gouvernement des États-Unis.

Pour divers motifs sur lesquels nous ne pouvons insister ici, l'Angleterre eut la faiblesse d'accepter les exigences du Sénat américain, et le traité Hay-Pauncefote, ainsi modifié, fut définitivement signé le 18 novembre 1901.

TRAITÉ HAY-HERRAN. — Pour réaliser le projet du général Grant devenu l'idéal américain, c'est-à-dire « la construction d'un canal par les Américains, en territoire américain », il ne s'agissait donc plus que d'obtenir des États sur lesquels se trouvaient les deux voies reconnues possibles, une concession de forme telle qu'elle équivalût à une cession de territoire. Le Nicaragua y consentit sans difficulté et la Colombie accueillit d'abord avec la même faveur les propositions qui lui furent faites dans ce sens. Nous avons vu, en effet, que dès le mois de mars 1901, elle avait autorisé la Compagnie du Canal de Panama à négocier avec les États-Unis la vente de sa concession, en même temps elle chargeait son ministre à Washington, de négocier avec les États-Unis.

Ces dernières négociations furent laborieuses, et ce n'est que le 22 janvier 1903 qu'il fut enfin signé le traité Hay-Herran.

Par ce traité, la Colombie cédait aux États-Unis, pour une période de cent ans renouvelable à leur gré, c'est-à-dire à perpétuité, une bande de territoire de 6 milles de largeur, soit près de 10 kilom., couvrant le tracé du canal entre Colon et Panama, sauf ces deux villes, mais y compris le groupe des quatre petites îles de la baie de Panama qui commandent l'entrée du canal : Perico, Naos, Culebra et Flamenco. La Colombie gardait la souveraineté nominale du territoire ainsi concédé, mais les États-Unis auraient eu tous droits d'y construire, exploiter et protéger un canal réunissant les deux océans. Ils auraient pu aménager à leur gré les ports de Colon et de Panama et leur juridiction navale devait s'étendre à 3 milles marins de ces ports. Les garanties de neutralité du canal devaient être celles prévues dans les traités de 1848 entre les États-Unis et la Nouvelle-Grenade et du 18 novembre 1901 entre les États-Unis et la Grande-Bretagne. Les États-Unis s'engageaient à terminer le canal à écluses dans un délai de douze ans, ou le canal à niveau dans un délai de vingt-deux ans à partir de la date de l'approbation du traité; en cas d'imprévu, une prorogation de ces délais devait être accordée.

En échange de ces concessions, la Colombie devait recevoir un capital de 10 millions de dollars aussitôt après la ratification du traité

et, à partir de la neuvième année, une annuité de 250 000 dollars.

Approuvé le 17 mars 1903 par le Sénat américain, le traité Hay-Herran fut envoyé à la ratification du Congrès de Colombie, mais il ne fut discuté que devant le Sénat de ce pays qui le rejeta, à la date du 10 août 1903, en proposant d'y apporter de nombreuses et importantes modifications. Le Gouvernement des États-Unis ayant déclaré n'en accepter aucune, le Congrès colombien se sépara le 31 octobre 1903 sans avoir pris de résolution.

Des longues et stériles discussions qui y eurent lieu, il y a lieu de retenir un fait capital qui montre quel était le but du Congrès en ajournant ainsi sa décision.

Nous avons vu qu'en 1900 la Colombie avait accordé à la Compagnie de Panama une nouvelle prorogation reportant la date fixée pour l'achèvement du canal du 31 octobre 1904 au 31 octobre 1910. Cette prorogation avait été octroyée simplement par le Pouvoir exécutif; le pays étant alors en pleine révolution et la représentation nationale étant suspendue pendant cette période, cette prorogation n'en était pas moins valable d'après la constitution même de la Colombie qui permet, dans les cas de guerre ou de révolution, de substituer aux lois votées par le Parlement un simple décret présidentiel. A la session du Congrès de 1903, la validité de la prorogation accordée en 1900 fut néanmoins contestée et la Commission chargée de faire un rapport sur cette mesure fit ressortir que, si le Congrès refusait de ratifier cette prorogation, la concession de la Compagnie nouvelle deviendrait caduque le 31 octobre 1904.

Par suite, en attendant cette date, la Colombie entretrait en possession de tous les travaux exécutés et se trouverait, de ce fait, en situation de conclure avec les États-Unis un traité beaucoup plus avantageux que celui qui lui était proposé.

Malgré les protestations qui ont été faites depuis, tout porte donc à croire que le refus du Congrès colombien de prendre une décision précise au sujet du traité Hay-Herran a été dicté, non pour obtenir une plus grande sauvegarde de la souveraineté de la Colombie sur l'isthme de Panama mais pour frustrer la Compagnie du Canal de la vente de sa concession aux États-Unis.

Ce motif n'est, d'ailleurs, pas le seul et, parmi les adversaires du traité, il faut sans doute compter l'opposition gouvernementale qui a dû craindre la fortification du parti au pouvoir par les 10 millions de dollars qu'il aurait fait tomber dans les caisses de l'État. Enfin, il paraît certain que l'influence des grandes Compagnies de chemins de fer transcontinentaux, adversaires de tout projet de canal, a pu se faire sentir jusqu'à Bogota.

RÉVOLUTION DE PANAMA. — Le rejet du traité Hay-Herran eut pour effet de réveiller le mouvement séparatiste qui couvait depuis longtemps dans l'isthme de Panama. Dès ce moment s'organisa la révolution qui y a éclaté le 3 novembre 1903 et qui a abouti à la proclamation de l'indépendance de l'isthme et à la création de la République de Panama.

En apprenant cette insurrection, la Colombie comprit que l'isthme était perdu pour elle, si elle n'obtenait l'appui du Gouvernement des États-Unis pour la réprimer. Mettant de côté tout amour-propre, elle fit aussitôt télégraphier à Washington que, si ce gouvernement voulait protéger la souveraineté colombienne dans l'isthme, le traité relatif au canal serait immédiatement ratifié, tel qu'il avait été présenté. Les

États-Unis répondirent à cette proposition en annonçant qu'ils avaient déjà reconnu officiellement le nouvel État.

Successivement, et en très peu de temps, la République de Panama a été également reconnue par la plupart des puissances.

Cette révolution n'a surpris personne parmi les gens qui connaissent le pays, car depuis longtemps les isthméens détestaient le joug du Gouvernement de Bogota et estimaient, avec juste raison, d'ailleurs, que leur province était exploitée par la Colombie.

Pour en donner une idée il suffira de faire remarquer que sur l'annuité de 250 000 dollars que payait à la Colombie la Compagnie du Panama Rail Road, un dixième seulement était attribué à la province de Panama.

Depuis 1881 cette province avait vécu des travaux du canal et elle attendait avec impatience leur reprise effective. Le rejet du traité Hay-Herran a exaspéré ses habitants contre le restant de la Colombie et les a décidés à se constituer en État indépendant.

Cet événement était même tellement prévu que le Gouvernement colombien avait déjà pris quelques mesures pour réprimer l'insurrection, mais la soudaineté avec laquelle elle s'est produite et l'intervention des États-Unis l'ont empêché d'agir en temps utile.

Il faut, d'ailleurs, reconnaître que cette révolution avait été organisée de main de maître et que ses promoteurs avaient su prendre toutes les mesures nécessaires pour l'empêcher d'être étouffée par les troupes colombiennes. A cet effet, ils s'étaient assurés l'appui du Gouvernement des États-Unis qui, à leur instigation, avait envoyé deux navires de guerre dans les eaux de Colon, le *Dirie* et le *Nashville*. Dans son message du 4 janvier 1904, le président Roosevelt avoue que les ordres donnés à ces navires, à la date du 2 novembre, étaient d'assurer le libre transit de l'isthme en évitant tout conflit entre forces gouvernementales et insurgées et d'empêcher le débarquement des troupes du gouvernement colombien qui étaient attendues à Colon.

Pour justifier ces ordres, le Président invoquait le traité passé en 1848, entre son pays et la Nouvelle-Grenade (nom que portait alors la Colombie) en lui donnant une singulière interprétation. Par ce traité les États-Unis s'étaient, en effet, acquis le droit d'assurer, même en employant la force armée, le libre transit de l'isthme de Panama, mais en même temps ils s'étaient engagés à garantir la souveraineté de la Colombie sur cette province. L'ordre donné aux marins américains d'empêcher le débarquement des troupes chargées de maintenir l'autorité de la Colombie était donc une violation flagrante du traité de 1848.

Non seulement le mouvement séparatiste a dû son succès à l'appui qui lui a été fourni par les États-Unis, mais c'est dans ce pays même qu'il a été organisé. On peut en voir la preuve dans le fait que, quelques jours avant qu'il se fût déclaré, M. Amador Guerrero, le futur Président de la République de Panama, et M. Bunau-Varilla, son futur ministre plénipotentiaire, se trouvaient tous les deux à New-York.

Voici, d'ailleurs, comment M. Bunau-Varilla, ex-entrepreneur de l'ancienne Compagnie du Canal et gros actionnaire de la nouvelle, relate lui-même le fait :

« Le docteur Amador quitta New-York le 20 août 1903, arriva dans l'isthme le 27. Il partait avec la résolution de frapper le coup libérateur de sa patrie avant le 4 novembre. La révolution fut faite le 3. » (1)



Fig. 5. — Carte d'ensemble de l'isthme américain.

— canaux. — chemins de fer. + + + limites d'États.

(1) La question de Panama. Nouvelle Revue, du 15 avril 1904.

TRAITÉ HAY-BUNAU-VARILLA. — Le 6 novembre, M. Bunau-Varilla était nommé ministre plénipotentiaire à Washington ; le 7, le Gouvernement des États-Unis reconnaissait la nouvelle République de Panama, et, le 18, avait lieu la signature du traité Hay-Bunau-Varilla, qui n'est autre chose que le traité Hay-Herran modifié dans un sens encore plus favorable aux États-Unis. C'est ainsi, notamment, que la largeur de la zone, concédée pour l'exécution du canal, est portée de 6 à 10 milles, soit environ 8 kilom. de chaque côté de l'axe du canal.

Soumis à la ratification du Sénat américain, ce traité réveilla les animosités soit des partisans du Nicaragua, soit des représentants des Compagnies de chemins de fer transcontinentaux, soit enfin des adversaires politiques du président Roosevelt qui l'ont nettement accusé d'avoir fomenté une révolution contre une nation amie. Une vive discussion, qui dura plus de deux mois, s'engagea sur ce traité ou plutôt sur les circonstances qui avaient précédé sa signature, mais il présentait des avantages tellement évidents pour les États-Unis, qu'il fut néanmoins approuvé le 23 février 1904.

Certains sénateurs eurent même le cynisme d'expliquer leur vote de la façon suivante :

« Nous voterons pour ce traité, bien que nous considérions qu'il ait été engendré dans des circonstances véritablement outrageantes pour la dignité du peuple américain, parce que c'est le meilleur traité qui nous ait été soumis. »

Ce traité était, en effet, encore beaucoup plus avantageux pour les États-Unis que le traité Hay-Herran, approuvé l'année précédente par le Congrès américain. Les avantages qu'il leur reconnaît sont tels qu'ils ne pouvaient être accordés que par un État naissant, désireux de s'assurer la protection de la grande puissance nord-américaine. D'ailleurs, par l'article 131 de sa Constitution, la République de Panama s'est elle-même placée, en quelque sorte, sous le protectorat des États-Unis. Cet article stipule, en effet, que :

« Le Gouvernement des États-Unis peut intervenir dans toute partie de la République de Panama pour rétablir la paix publique et l'ordre constitutionnel au cas où ils viendraient à être troublés... » (1)

Aussitôt après la ratification du traité Hay-Bunau-Varilla, le Président des États-Unis a fait prendre possession de la zone du canal, dont l'administration, confiée au général Davis, a été placée sous les ordres du Ministère de la Guerre. Quelques froissements se sont déjà produits entre la jeune république et sa puissante protectrice, mais, jusqu'ici, ils n'ont pas eu d'importance.

De son côté, l'Assemblée générale des actionnaires de la Compagnie nouvelle de Panama, réunie le 4 avril 1904, a ratifié définitivement la vente faite au Gouvernement des États-Unis par son Conseil d'administration, vente à laquelle le liquidateur de l'ancienne Compagnie avait déjà donné son adhésion par une convention en date du 24 décembre 1901.

LIQUIDATION DE LA COMPAGNIE NOUVELLE DE PANAMA. — Depuis le 4 avril 1904, la Compagnie nouvelle est elle-même en liquidation et son Conseil d'administration, transformé en Conseil de liquidation, est chargé de faire la répartition de l'actif entre les intéressés.

A la suite d'un arbitrage, les 40 millions de dollars du prix de vente de l'actif, soit 206 millions de francs, ont été répartis de la façon suivante :

77 400 000 francs à la Compagnie nouvelle.

128 600 000 francs à la Liquidation de l'ancienne Compagnie.

De plus, la Compagnie nouvelle ayant encore en caisse une somme d'environ 10 millions de francs, c'est au moins 88 millions de francs qu'elle aura à verser à ses actionnaires en remboursement d'un capital nominal de 65 millions. Chaque action de 100 francs recevra, au minimum, 135 francs (2), de sorte que les débiteurs transactionnaires de l'ancienne Compagnie (administrateurs, entrepreneurs, syndicaux) seront largement récompensés du concours qu'ils ont prêté à la formation de la Compagnie nouvelle.

Quant aux actionnaires de l'ancienne Compagnie, il va sans dire qu'ils ne recevront pas un centime. Par contre, les obligataires, après la réalisation complète de tout leur actif qui demandera peut-être encore de longs mois, toucheront à peu près 12 % du montant de leurs créances (3).

Dans un troisième et dernier article, nous examinerons quels sont les revenus qu'on aurait pu attendre du canal et nous montrerons qu'avec un droit de passage convenablement approprié, ils auraient sans doute procuré aux porteurs de titres des deux Compagnies des avantages bien supérieurs à ceux donnés par leurs liquidations.

(A suivre.)

A. DUMAS,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

(1) La superficie du nouvel État est de 82 000 kilomètres carrés et sa population d'environ 300 000 habitants. La limite avec le Costa-Rica représentée sur la figure 5 est celle, tout récemment publiée, résultant d'un arbitrage soumis à M. Loubet.

(2) Une première répartition de 400 francs a déjà eu lieu en juillet 1904.

(3) Une première répartition de 10 % aura lieu dans le courant du présent mois.

MÉCANIQUE

PONT ROULANT ÉLECTRIQUE DE 100 TONNES

(Planche II.)

Le pont roulant dont nous allons donner la description (1) a été construit par M. T. Broadbent pour les aciéries d'Ebbw Vale, près de Monmouth (Angleterre); il sert à soulever et à transporter, dans la halle de coulée, des poches pleines de métal en fusion dont le poids total peut aller jusqu'à 100 tonnes.

Ce pont roulant est du type dit à trois moteurs, mais il se compose en réalité de trois appareils de levage distincts, montés sur deux chariots, et est, par conséquent, pourvu de six moteurs électriques à courant continu, de puissances et de vitesses proportionnées au travail que chacun d'eux doit effectuer. En service courant, les charges normales sont de 35 tonnes. La hauteur totale disponible au-dessus du rail est de 3 mètres seulement pour une portée de 13^m 70, et il a fallu réduire autant que possible celle de ses poutres pour ne pas encombrer l'espace au-dessous de lui. Le chariot principal, avec le treuil de 100 tonnes, est mobile le long des rails fixés sur la table supérieure des poutres en caisson du pont et le chariot auxiliaire, qui porte deux treuils d'une puissance de 10 et de 2 tonnes respectivement, roule sur des fers en U rivés à la partie inférieure et à l'intérieur de ces poutres.

Ossature. — L'ossature de ce pont roulant se compose de deux poutres principales en caisson (fig. 1 à 4, pl. II) d'une portée de 13^m 70, de 1^m 70 de hauteur et de 305 millimètres de largeur, écartées de 2^m 87 d'axe en axe, entretoisées et contreventées à leur partie supérieure seulement, et d'une poutre plus petite, parallèle aux deux autres et distante de la plus voisine, de 1^m 638.

Les deux poutres principales servent de chemin de roulement aux chariots, tandis que la plus petite supporte le moteur de translation du pont, la cage du mécanicien et la plate-forme de service.

A leurs extrémités, les deux poutres principales sont réunies transversalement par deux autres poutres en caisson, montées chacune sur quatre roues, accouplées deux par deux par des balanciers, de manière à toujours répartir également entre elles la charge du pont, malgré les dénivellements accidentels des rails. Trois de ces paires de roues sont uniquement porteuses, tandis que la dernière, celle qui est la plus rapprochée de la troisième poutre du pont est motrice; à cet effet, chacune de ces dernières roues porte, clavetée sur son axe, une roue dentée en prise avec un pignon, calé sur un arbre de commande, qui actionne simultanément une roue à chaque extrémité du pont. Cet arbre est lui-même mis en mouvement, par l'intermédiaire d'une paire de roues dentées retardatrices, par un moteur de 40 chevaux, faisant 450 tours par minute, placé au milieu de la longueur du pont et capable de lui imprimer à pleine charge, une vitesse de translation de 43 mètres par minute.

Treuil roulant principal. — Sur la table supérieure de chacune des deux poutres principales sont rivés deux rails parallèles, distants de 305 millimètres, qui servent de chemin de roulement au treuil principal, lequel est muni de quatre paires de roues à mentonnets de 60 centimètres de diamètre. Chacune de ces paires de roues est fondue d'une seule pièce. Deux de ces roues comprennent, placée au milieu d'elles, une roue dentée, avec laquelle elles sont venues de fonte : ce sont les roues motrices. Le treuil roulant se compose d'un fort châssis avec plate-forme, sur lequel sont installés le treuil proprement dit, avec son moteur, et le moteur servant à déplacer tout le chariot le long de ses rails. Ce dernier est d'une puissance de 15 chevaux à 600 tours; il actionne l'arbre des deux roues motrices par l'intermédiaire de deux engrenages retardateurs et imprime au chariot une vitesse de translation de 15 mètres par minute en charge.

Le moteur du treuil développe 40 chevaux à 450 tours par minute; son pignon engrène avec une roue dentée, calée sur un arbre qui porte d'autre part deux pignons de diamètres différents et un frein. Un levier unique sert à solidariser tantôt l'un, tantôt l'autre de ces derniers pignons avec l'arbre, au moyen d'un embrayage à griffes, et à serrer le frein qui empêchera la charge de retomber pendant cette manœuvre. Les deux pignons sont en prise avec des roues dentées clavetées sur un deuxième arbre, dont le troisième pignon commande, par un dernier arbre intermédiaire, l'axe principal du treuil, de sorte que celui-ci peut prendre deux vitesses différentes pour une même vitesse du moteur.

L'arbre principal du treuil est constitué par deux tronçons indépendants, maintenus chacun par trois paliers très robustes portant des roues dentées sur lesquelles passent les chaînes d'un crochet double. Ces deux roues à chaîne sont placées de part et d'autre, à l'extérieur des poutres principales, pour ne pas gêner le mouvement du chariot auxiliaire et la chaîne elle-même, qui est du genre Galle, avec des axes

(1) D'après *Engineering*, du 10 février 1905.

PONT ROULANT ELECTRIQUE DE 100 TONNES

Fig. 1. Elevation

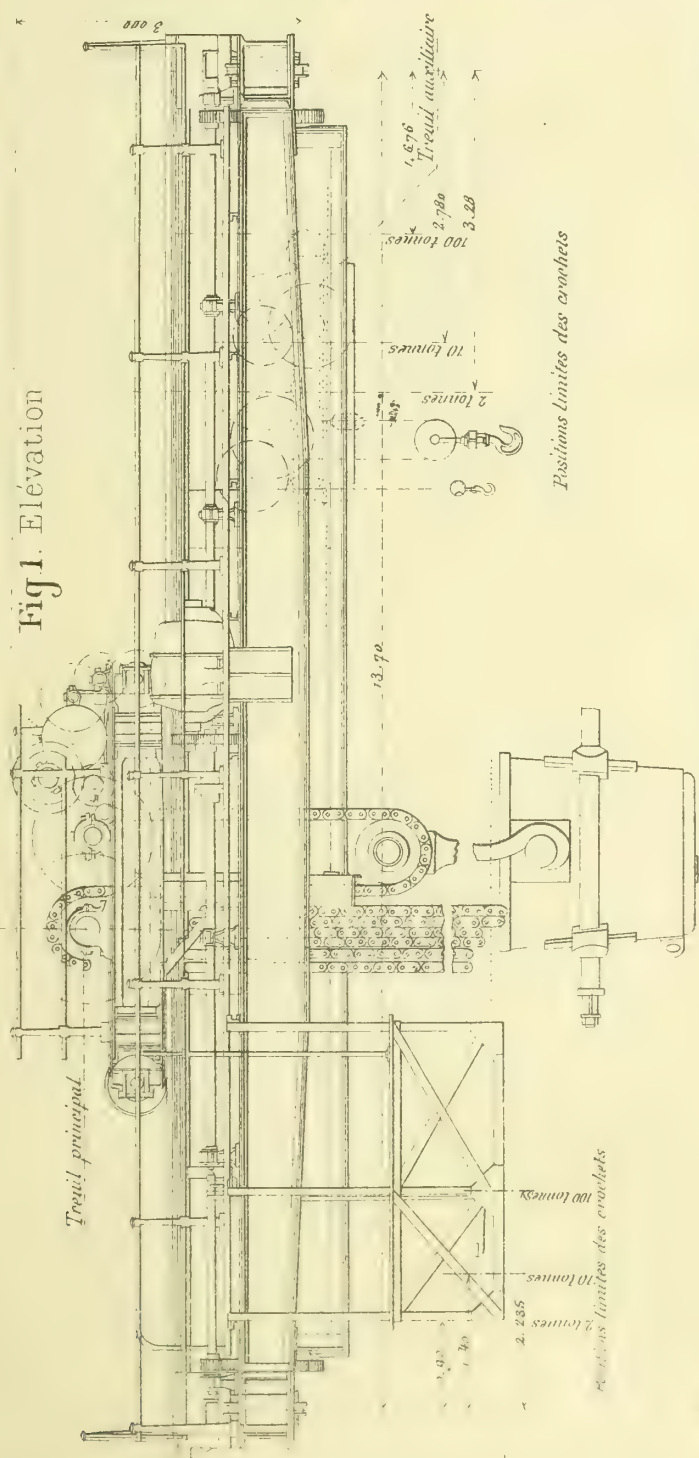


Fig. 2. Vue en bout

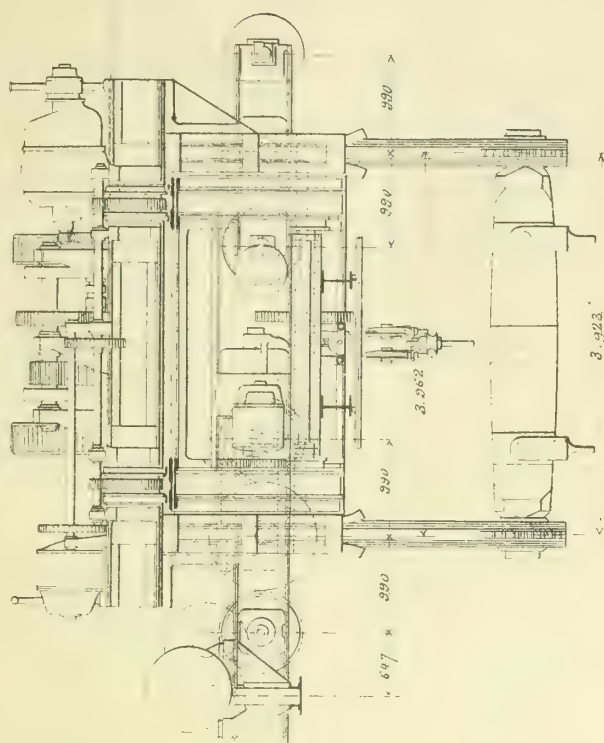


Fig. 3. Plan

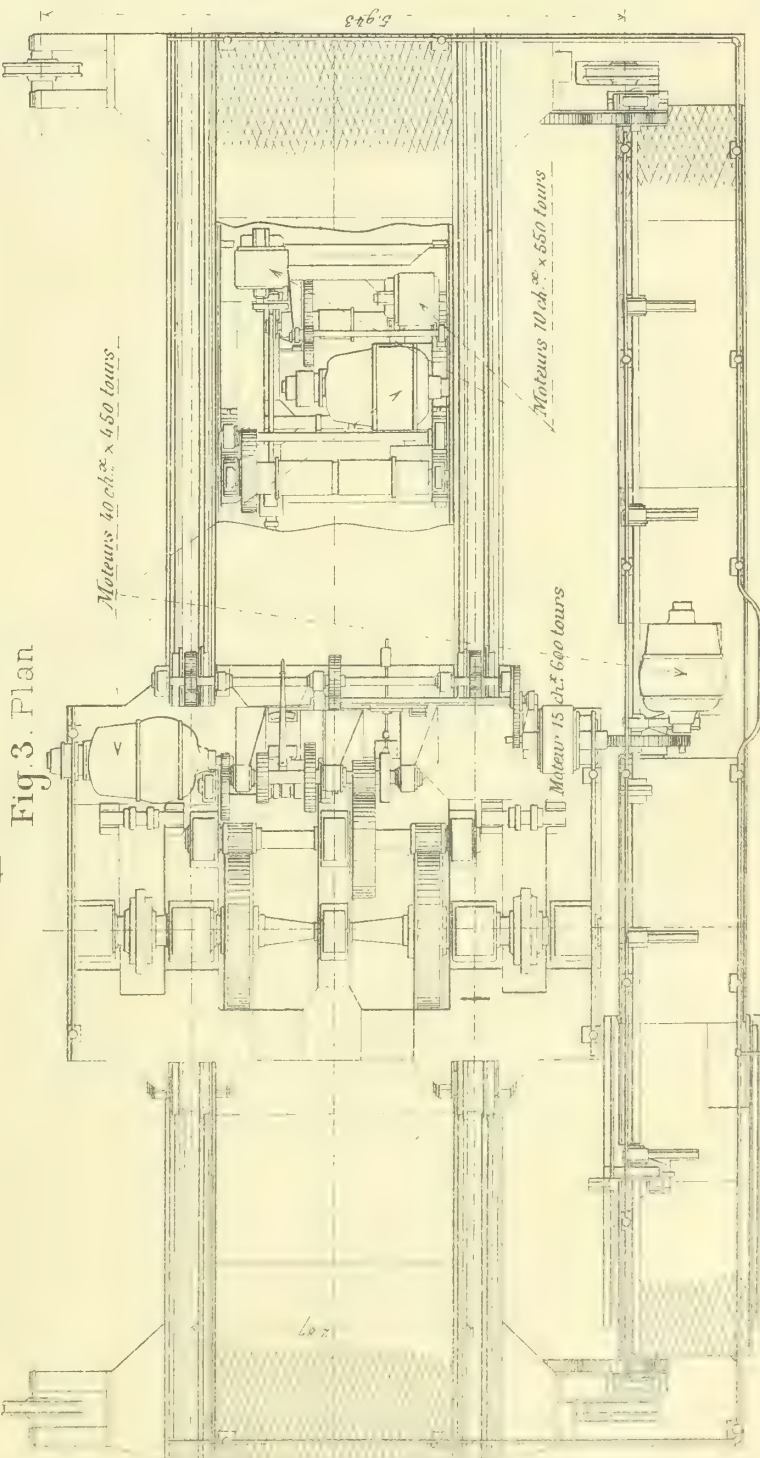
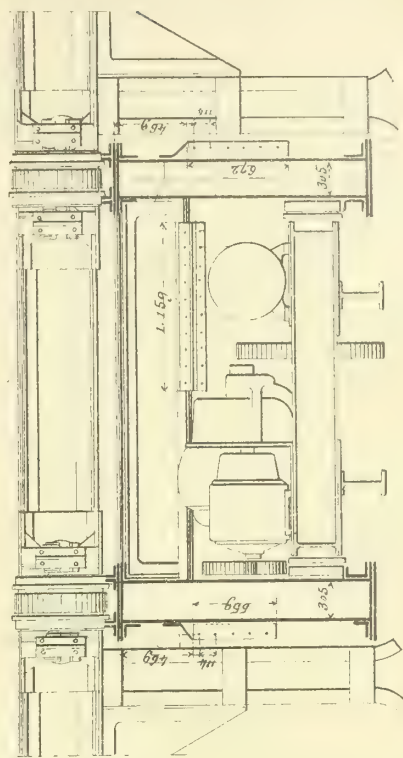


Fig. 4. Détail des conducteurs



trepés et rectifiés à la meule. De place en place, toutes les soixante et onze mailles, un de ces axes dépasse latéralement la chaîne et celle-ci est guidée, pendant son déroulement, entre deux barres inclinées pourvues d'encoches et entretoisées. Lorsqu'elle se déroule en arrière des roues pendant que la charge remonte, ces axes saillants se logent l'un après l'autre dans une des encoches susdites et l'empêchent de descendre trop bas et de gêner les ouvriers travaillant au-dessous. Les extrémités de ces chaînes sont ancrées au bâti du treuil et elles passent, entre ces poutres fixes et les roues du treuil, sur celles qui terminent latéralement une traverse, munie de deux crochets auxquels on suspend, par ses tourillons, la poche de coulée.

La vitesse de levée de ce treuil est de 1^m 20 par minute pour une charge de 100 tonnes (petite vitesse) et de 3^m 96 par minute pour la charge normale de 35 tonnes.

Treuil roulant auxiliaire. — Pour des charges de moins de 10 tonnes, il est toujours plus économique de se servir du petit treuil roulant auxiliaire, qui permet d'opérer beaucoup plus rapidement. Comme nous l'avons dit plus haut, ce dernier roule sur des fers en U, rivés sur les âmes intérieures des poutres principales, près de leur semelle, au moyen de quatre roues dont deux sont actionnées par un moteur électrique de 10 chevaux à 550 tours, lui imprimant une vitesse de 12 mètres par minute. Son châssis porte deux treuils, l'un, capable de lever des charges de 10 tonnes avec une vitesse de 12 mètres par minute, qui est commandé par un moteur de 40 chevaux à 450 tours et pourvu de deux tambours à câbles, avec rainures hélicoïdales doubles, et l'autre, soulevant des charges de 2 tonnes seulement avec une vitesse de 12 mètres, mû par un moteur de 10 chevaux, actionnant un tambour à câble unique.

Le châssis de ce treuil est muni d'un plancher plein sous chacun de ces moteurs pour les protéger contre les gaz dégagés par les foyers situés dans l'atelier.

Les trois treuils de ce pont roulant peuvent naturellement être mis en route ou arrêtés indépendamment les uns des autres et dans un ordre quelconque, ou bien être utilisés soit ensemble, soit séparément.

Le treuil de 10 tonnes peut, par exemple, être employé pour culbutter une poche suspendue au crochet de celui de 100 tonnes, de même, le treuil roulant auxiliaire peut servir seul pour soulever une poche accrochée à son treuil de 10 tonnes et, en même temps, pour culbutter cette poche au moyen de celui de 2 tonnes.

Le crochet du treuil de 100 tonnes peut se rapprocher des murs jusqu'à 2^m 235 d'un côté du pont et à 1^m 676 de l'autre; celui de 10 tonnes peut également s'approcher à 1^m 40 et à 2^m 78 des mêmes murs, tandis que celui de 2 tonnes arrive jusqu'à 0^m 90 du premier et jusqu'à 3^m 28 seulement de l'autre.

Le petit chariot auxiliaire peut, bien entendu, circuler sur ses rails quelle que soit la position du grand, dont il est séparé par un plancher continu en tôle d'acier quadrillée.

Équipement électrique. — Les six moteurs ci-dessus mentionnés sont alimentés en électricité, par une ligne à courant continu, établie tout le long de l'une des poutres du support du pont. La transmission se

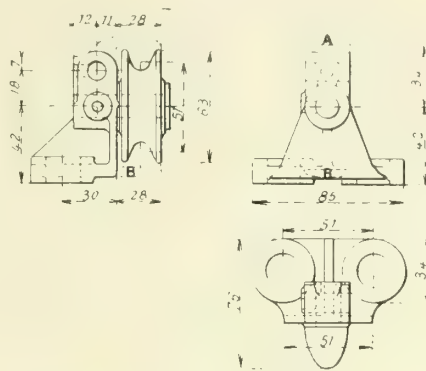


FIG. 1, 2 et 3.

Détails des contacts à roulettes.

fait au moyen de contacts à roulettes (fig. 1 à 3). De ces prises, le courant est envoyé dans deux séries de conducteurs parallèles desservant chacun un des chariots. La première de ces deux séries comprend onze conducteurs en cuivre nu, montés extérieurement le long des poutres principales du pont, au nombre de cinq d'un côté et de six de l'autre, et protégés par une tôle

inclinée contre le contact de pièces métalliques capables de provoquer des courts-circuits. Ces onze câbles desservent les deux moteurs du chariot principal.

Le deuxième groupe de conducteurs comprend dix-sept câbles, également nus, et suspendus sous le plancher supérieur du pont roulant, c'est celui qui alimente les moteurs du petit chariot. Le courant est également collecté sur ces deux groupes de câbles par des contacts à roulettes.

Les inducteurs et l'induit du moteur de translation de l'ensemble du pont sont alimentés directement par les prises de courant principales, en passant naturellement par les appareils de démarrage et de réglage de la cabine du mécanicien.

Chacun de ces moteurs est pourvu d'un frein électrique automatique

Weston, actionné par un solénoïde et entrant en fonction chaque fois que le circuit est interrompu, par exemple, au moment où un accident arrête l'arrivée du courant, pour empêcher la chute de la charge sur le sol et une rotation en sens inverse des moteurs.

Enfin, tous les appareils de commande, tels que les contrôleurs des gros moteurs, les démarreurs plus petits, les résistances, les interrupteurs, disjoncteurs, coupe-circuits, etc., sont placés dans la cabine à claire-voie, suspendue sous le pont et permettant au conducteur de voir tout l'atelier d'un coup d'œil; ils sont groupés de manière à rendre la manœuvre de ces divers moteurs aussi facile que possible.

F. H.

HYGIÈNE

L'ÉVACUATION DES MATIÈRES DE VIDANGE

(Suite et fin.)

III. SYSTÈMES PAR VOIE HUMIDE (suite). — **Système Mouras.** — La tinette Augier, dont nous avons donné la coupe dans le précédent numéro, est particulièrement appropriée aux petites installations.

Pour celles qui présentent une plus grande importance, on peut facilement résoudre le problème en augmentant le volume du récipient, avec d'autant plus de raison que l'évolution des réactions bactériennes s'y produit plus à loisir et plus complètement.

Le récipient n'est plus maniable et se transforme en une fosse : on a ainsi la vidangeuse automatique Mouras, dont l'apparition remonte à 1860, c'est-à-dire à une époque où l'action des bactéries était à peine soupçonnée, ce qui n'est pas pour diminuer le mérite de l'inventeur et la très juste intuition qui l'a guidé.

Le système Mouras comprend donc une fosse absolument étanche et remplie d'eau constamment renouvelée par un canal d'amenée à écoulement constant, placé à une extrémité de la fosse, tandis qu'à l'autre extrémité, le trop-plein, puisant à une hauteur convenable sous la surface liquide, se déverse dans une canalisation souterraine. Les tuyaux de chute plongent eux-mêmes dans la masse liquide, à 30 centimètres environ de la surface où se forme le chapeau.

Grâce à son renouvellement régulier, l'eau n'est jamais complètement saturée. On évite ainsi les brusques remous que produiraient des charges périodiques, et le liquide qui s'écoule est d'une composition à peu près constante.

Dès les premiers temps de son apparition, le système Mouras fut appliqué en grand par le service du Génie, à Marseille et à Bordeaux.

A Marseille, il fonctionna pendant cinq ans d'une manière satisfaisante et ne disparut que pour faire place au tout à l'égout dont les débuts, marqués par de fréquents engorgements, firent regretter l'ancien état de choses.

A Bordeaux, le système Mouras n'a point cessé d'être en usage dans les casernes, où son fonctionnement est soumis du reste à un règlement rigoureux. Une instruction, rédigée par l'Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, a fixé les conditions d'installation des fosses, et M. le docteur Vallin (1) en a analysé les résultats d'une manière aussi détaillée que précise (2).

Il convient de signaler, dans l'installation du procédé à Bordeaux, une disposition imposée par le service de voirie et que nous retrouverons systématisée dans le *septic tank* ; la fosse se trouve divisée en deux compartiments séparés par une cloison et communiquant entre eux par un siphon. Quels que soient alors les remous provoqués par les chasses dans la première chambre, les liquides, une fois qu'ils sont parvenus dans la seconde, y sont soustraits ; dans cet état de calme relatif, les particules solides achèvent de se déposer, en même temps que se poursuit le travail de transformation.

Des vidangeuses automatiques ont été également aménagées dans plusieurs garnisons d'Algérie et les seules déficiences qui ont donné lieu à des récriminations ont pu être, après examen, imputées, non pas aux défauts du système, mais à une mauvaise installation ou à des vices de construction, tels que des fuites au raccord du tuyau de trop-plein avec l'égout.

Plus récemment encore, une fosse de ce genre a été installée dans le quartier Grouchy, à Saint-Etienne. Au bout d'un an de mise en service, sans inconvénient signalé, le dépôt solide au fond de la fosse était presque inappréciable ; la couche mucilagineuse de la surface n'avait que quelques centimètres d'épaisseur, et le liquide évacué était à peu près incolore et inodore.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 1, p. 9.

(2) *Revue d'Hygiène*, 1892.

(3) Voir, en sup., une étude de M. le commandant BAKELI, dans la *Revue du Génie*.

La seule condition essentielle du bon fonctionnement de la vidangeuse automatique, c'est qu'on y verse journellement une quantité d'eau suffisante, qui peut être évaluée à 10 litres par homme.

Cela suppose néanmoins la parfaite étanchéité de la fosse, si l'on veut éviter toute contamination du sol par infiltration. « Le principal danger des vidangeuses Mouras, écrit M. le docteur Vallin dans la *Revue d'Hygiène*, est de conserver, au-dessous et auprès de nos habitations, des fosses fixes dont l'étanchéité est très difficile à obtenir; c'est une menace constante d'infiltration du sous-sol, parfois au voisinage de puits dont on maintient l'usage. Si la vidangeuse est construite en forte tôle, l'imperméabilité est assurée; mais le récipient ne pouvant être que de faible capacité (3 à 4 mètres cubes), ce n'est qu'un dilueur et tout est entraîné à l'égout qui se colmate; si la fosse est de grande capacité, de 30 à 50 mètres cubes, comme cela est nécessaire dans les habitations collectives (casernes, écoles), on ne peut employer que le béton et le ciment, et on est d'autant moins garanti contre les fissures, que, la fosse n'ayant en principe jamais besoin d'être vidangée (vidangeuses automatiques), l'inspection de ses parois intérieures est à peu près impossible ».

Ce réquisitoire est un peu sévère. M. le docteur Vallin parle en hygiéniste et nous avons dit en commençant que les hygiénistes sont assez amateurs de l'absolu. Les Ingénieurs, à leur tour, répondront qu'il n'est pas tout à fait impossible de construire une fosse présentant toutes garanties d'étanchéité, garanties relatives, bien entendu, et qui ne sont pas à la merci d'un accident. Pour départager les uns et les autres, reconnaissons que, dans bien des cas, la construction de ce difficile ouvrage est abandonnée à la pratique souvent défectueuse d'un maçon de village, et alors la balance penche du côté des conclusions pessimistes de l'hygiéniste. Quelques précautions, une surveillance minutieuse y pourraient remédier. L'emploi du béton armé, qui exige d'ailleurs des ouvriers experts, ajouterait encore aux garanties nécessaires.

Voici maintenant, d'après le commandant du Génie Barillot, quelques-unes des conditions et des dispositions de détail qui sont à recommander pour l'installation des fosses Mouras.

Les tuyaux de chute sont verticaux, de 15 à 20 centimètres de diamètre, de préférence en grès vernissé, plongeant de 30 centimètres au-dessous du niveau de l'eau dans la fosse. La cuvette du siège doit y déboucher par un col rétréci, de façon à éviter, le plus possible, la souillure des parois et les mauvaises odeurs qui en résulteraient.

Le tuyau d'amenée d'eau est également en grès vernissé. Il sera placé à l'une des extrémités de la fosse et plongera, comme les tuyaux de chute, de 30 centimètres dans le liquide, c'est-à-dire fort au-dessous du chapeau. L'écoulement devra être régulier et assez lent pour ne pas occasionner de remous.

Le trop-plein est installé à l'extrémité opposée; il est formé d'un siphon en grès vernissé. Sa branche verticale, ou aussi peu inclinée que possible sur la verticale, sera rectiligne. Sa branche inférieure plongera à 50 centimètres, soit 20 centimètres au-dessous des tuyaux de chute. Sa branche supérieure débouchera dans un regard facile à visiter, servant de point de départ à la canalisation souterraine d'évacuation. On lui donnera 15 centimètres de diamètre, pour obvier à tout engorgement.

La quantité d'eau introduite ne sera pas inférieure à 10 litres par homme et par jour, et son amenée ne doit jamais être interrompue tant que la fosse est en charge, c'est-à-dire tant qu'elle n'est pas complètement vidée, nettoyée et mise hors d'usage. On ne doit pas jeter à la fosse les eaux savonneuses de toilette ou l'eau des laveries, pas plus que les eaux grasses des cuisines.

Enfin la canalisation souterraine sera en grès vernissé, avec une pente de 5 millimètres par mètre (1).

La vidangeuse, que construit la maison Tassart-Balas-Barbas

(fig. 1), est en définitive une petite fosse Mouras qui a l'avantage d'être bien étanche, puisqu'elle est en tôle, mais qui, pour cette raison, ne comporte pas de très grandes dimensions.

Suivant l'importance de l'établissement à desservir, on la fait en quatre modèles dont le tableau suivant donne les dimensions :

	LONGUEUR	LARGEUR	HAUTEUR	POIDS APPROXIMATIFS
	metres	metres	metres	kilogr.
Pour 5 personnes. . . .	1.50	0.50	2.50	480
— 10 —	1.60	0.70	2.50	650
— 15 —	1.80	0.80	2.50	780
— 20 —	2 "	1 "	2.50	900

Le transformateur aseptique (1), issu de la même idée, présente cependant une disposition particulière qui rappelle le cloisonnement usité à Bordeaux dans l'application de la vidangeuse automatique.

Cet appareil (fig. 2) comprend trois ou quatre chambres ayant chacune sa destination spéciale :

1° La chambre d'arrivée, recevant les matières fécales, eaux ménagères et autres immondices. Les matières solides y subissent le premier

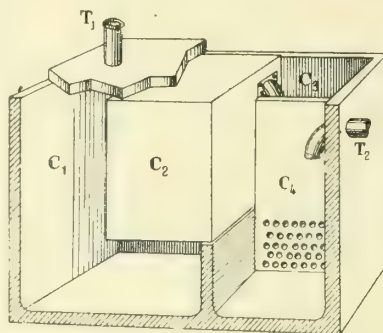


FIG. 2.
Coupe transversale
du transformateur aseptique.

C₁, chambre d'arrivée;
C₂, C₃, chambres de purification;
C₄, chambre de filtration;
T₁, tubulure d'arrivée;
T₂, tubulure de départ

travail de séparation; leurs parties lourdes et inertes s'y déposent, les autres sont entraînées avec les liquides dans les chambres suivantes;

2° Les chambres de purification où s'accomplit la réaction bactériologique;

3° Enfin, la chambre de filtration, où les liquides se clarifient à travers une masse filtrante. Ils peuvent ensuite être jetés à l'égout.

Septic tank. — La discussion développée plus haut, au sujet de la transformation des matières de vidange par les bactéries, a mis en évidence la nécessité, si l'on veut obtenir une épuration complète, de recourir à deux traitements successifs : le premier, pratiqué à l'abri de l'air dans une fosse septique, analogue à la fosse Mouras ou telle que la conçoit M. Cameron, en Angleterre, traitement dans lequel interviennent uniquement les microbes anaérobies chargés de fluidifier les matières organiques; le second, opéré au contact de l'air par l'action des microbes aérobies.

Ce dernier traitement a été plus particulièrement étudié par M. Dibdin, chimiste en chef de la station de Barking, pour le traitement des eaux d'égout de Londres. Le procédé consistait à filtrer, sur des lits de mâchefer et de coke, l'effluent déjà décanté, après pré-

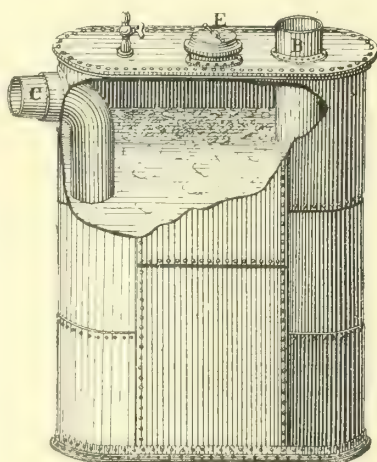


FIG. 1. Vidangeuse Tassart-Barbas.

B, tuyau de chute; C, évacuation; E, autoclave de visite et de nettoyage.

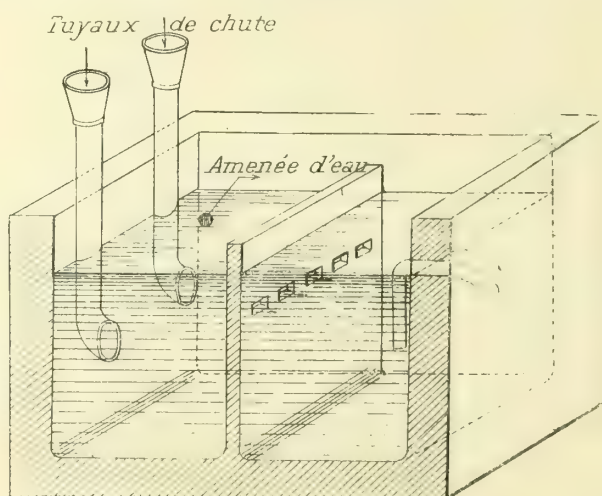


FIG. 3. Coupe schématique de la fosse septique.

cipitation par la chaux et le sulfate de fer, de la majeure partie des matières insolubles (2).

Il suffisait, comme le firent les Ingénieurs chargés des installations de Manchester, de marier les deux systèmes de la fosse septique et des lits bactériens, ce qui rend d'ailleurs le procédé applicable aux eaux d'égout brutes, alors même qu'on ne leur applique aucun traitement chimique, aussi bien qu'aux évacuations directes de la

(1) Un modèle perfectionné de fosse Mouras, dont le siphon présente des dispositions particulières, est fabriqué par M. Gharlin, constructeur à Colmar (Alsace).

(2) Voir à ce sujet le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 7.

vidange et c'est ce procédé qui a reçu le nom de *septic tank*. Il se compose donc de deux parties distinctes et jusqu'à un certain point indépendantes : la fosse septique où se consomme la transformation anaérobie et les lits bactériens où s'achève l'épuration.

La première peut être appliquée, à l'exclusion des seconds, pour l'évacuation des matières de vidange d'une installation particulière ou d'une petite agglomération, dont les eaux résiduaires, en quantité limitée, peuvent être épandues sur des terrains de culture ou jetées telles quelles à l'égout.

Si ces eaux offrent un volume considérable, il devient nécessaire, au contraire, de compléter le cycle de leurs transformations et de les filtrer avant de les répandre dans la circulation générale de l'égout, qui peut alors, sans inconvénient, se déverser dans un cours d'eau.

La fosse septique est, comme nous l'avons dit, un perfectionnement de la fosse Mouras telle qu'elle avait été installée à Bordeaux, c'est-à-dire qu'elle comprend (fig. 3) deux compartiments : le premier spécialisé pour l'action anaérobie et où se dépose la plus grande partie des matières solides et inertes, le second où se continue, dans un milieu plus calme, la transformation des liquides jusqu'au moment de leur évacuation par le trop-plein.

A l'encontre de la recommandation formulée par le service du Génie, en France, de ne point déverser d'eaux grasses ou d'eaux savonneuses dans la fosse Mouras, les promoteurs du *septic tank* admettent qu'on y peut jeter toutes les eaux ménagères.

Les cuvettes de cabinets sont à clapets battants, pour éviter les odeurs qui, d'ailleurs, ne peuvent provenir que des souillures auxquelles n'échappent pas les tuyaux de chute plus ou moins longs. Le clapet battant, néanmoins, est un moyen d'obturation rudimentaire, qu'on fera bien de compléter par un joint hydraulique. Dans le même but, chaque tuyau de chute est ventilé par des cheminées aboutissant au-dessus du toit, cette disposition ayant en outre l'avantage d'empêcher tout désiphonnement (fig. 4). Le tuyau de chute débouche dans le liquide de la fosse par une sorte de pavillon coupé dans un plan vertical ; les matières s'en échappent ainsi plus facilement sans jamais séjourner à la base du tuyau.

La cloison qui sépare la fosse en deux compartiments est percée, à une profondeur convenable, de créneaux dont l'ébrasement est tourné vers la seconde chambre ; une herse, placée devant chaque créneau, s'oppose au passage des matières solides.

Telle est, réduite à sa plus simple expression, la fosse septique employée dans les petites agglomérations. Elle a fait l'objet d'applications importantes et nombreuses en Angleterre. En France, elle a été introduite depuis quelque temps par la Société générale d'Épuration et d'Assainissement, et nous pouvons citer, parmi les plus récentes installations de ce genre, celle des nouveaux bâtiments construits, à Arcueil-Cachan près Paris, pour l'École spéciale des Travaux publics.

Nous avons dit que, lorsqu'il s'agit d'agglomérations importantes, on complète cette organisation par l'adjonction de surfaces filtrantes. C'est sous cette forme plus parfaite que le *septic tank* fonctionne dans un certain nombre de villes, en Angleterre notamment, à Exeter, à Manchester, etc., où toutes les eaux d'égout sont ainsi épurées.

Le *Génie Civil* a donné une description de l'installation générale des usines d'épuration de Manchester (1). La Société générale d'Épuration

et d'Assainissement a récemment installé à Clichy une usine de démonstration et d'expériences dont nous donnons une vue d'ensemble (fig. 5).

Une parcelle usine comprend :

- 1° Une chambre à sable, dite de dégrossissage, petit bassin où se déposent les matières lourdes et imputrescibles, comme le sable, les objets métalliques, etc. ;
- 2° La fosse septique, telle que nous l'avons décrite plus haut ;
- 3° L'aérateur ;
- 4° Un appareil distributeur automatique ;
- 5° Les lits filtrants répartis en deux séries, mises alternativement en service.

L'aérateur est un bassin avec flotteur et déversoir permettant d'aérer les eaux-vannes au sortir de la fosse ; l'appareil distributeur automatique



FIG. 5. — Installation de l'usine d'épuration de Clichy.

est chargé d'assurer le remplissage et la vidange, successivement, des deux séries de filtres, en un temps déterminé.

Les lits filtrants, enfin, répartis en deux séries, sont de grands bassins étanches, à ciel ouvert. Ils sont remplis, sur une partie de leur hauteur, de mâchefer concassé qui sert de matière de contact.

Les eaux d'égout, après s'être décantées dans la chambre à sable, pénètrent dans la fosse disposée, au moyen de chicanes, de telle sorte que le liquide met vingt-quatre heures avant d'atteindre la sortie. Cette durée a été reconnue nécessaire pour que les bactéries anaérobies accomplissent leur œuvre : sous leur action, la quantité d'ammoniaque augmente, l'azote albuminoïde diminue, les substances organiques sont liquéfiées. Cette réaction donne naissance à des gaz dont une fraction se dissout et l'autre monte à la partie supérieure de la fosse.

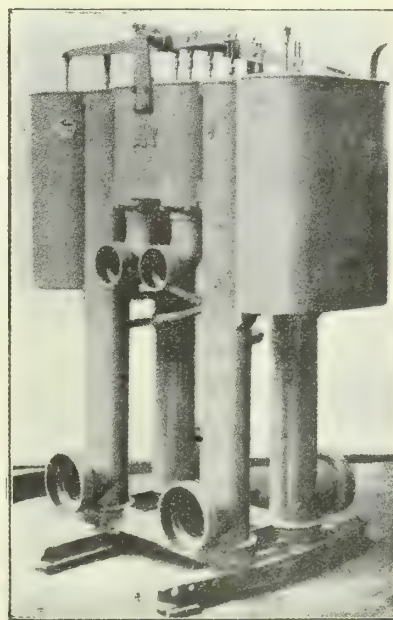


FIG. 6. — Distributeur automatique.

Les matières minérales échappées au bassin de décantation se déposent, mais leur quantité est si minime que, dans certains bassins, le dépôt atteint à peine 25 centimètres au bout de deux ans de fonctionnement. A partir de ce moment, les substances déposées contenant encore des matières organiques qui se décomposent à la longue, l'épaisseur du dépôt n'augmente plus que très lentement : au bout de sept ans, elle n'était que de 30 centimètres à Exeter.

En sortant de la fosse septique, le liquide traverse l'aérateur ; le distributeur automatique (fig. 6), composé de petits caniveaux ou de tuyaux d'aspersion, le verse alors à la surface d'un des filtres. Les eaux traversent le lit de mâchefer qu'elles noient peu à peu et restent en contact avec ce mâchefer pendant assez longtemps pour que, sous l'action des microbes aérobies, les substances organiques dissoutes se transforment, une partie directement

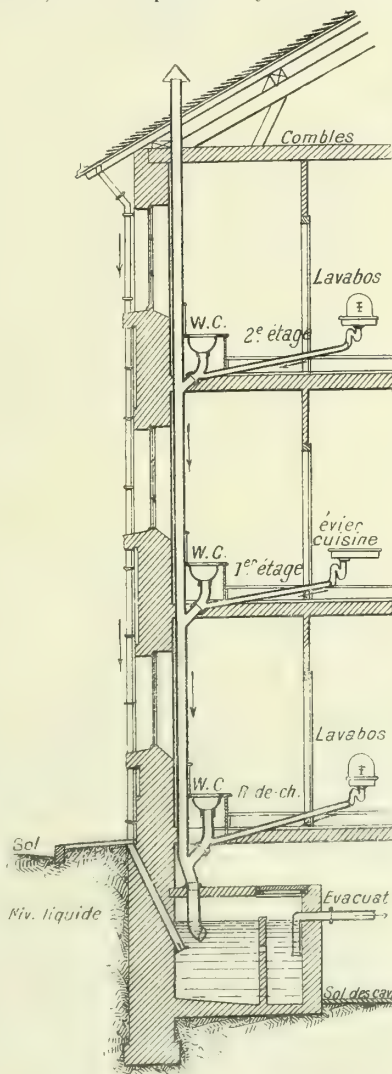


FIG. 4. — Installation de la vidange par fosse septique dans un immeuble à étages.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 7.

en nitrates, l'autre partie en ammoniacque qui elle-même, en s'oxydant, passe bientôt également à l'état de nitrates.

Le travail du filtre en service, ou lit aérobien, est réparti de la façon suivante : une heure pour le remplissage, deux heures de contact avec le mâchefer, une heure de vidage, soit quatre heures en tout.

Le second filtre est au repos pendant le même temps.

L'entretien est presque nul : il suffit de ratisser la surface environ tous les mois (1).

Le tableau suivant permet de se rendre compte de la marche de l'épurant au cours de ces diverses opérations. Il reproduit l'analyse officielle faite par M. le docteur Ogier, au laboratoire de la Préfecture de Police, sur des prélèvements effectués à l'usine d'essai de la Société d'Épuration, à Clichy, où cette Société traite journellement 200 à 250 mètres cubes d'eau provenant du grand collecteur.

Analyse d'eau du « Tout à l'égout » de Paris épurée par le procédé dit « Septic Tank » (Société générale d'Épuration et d'Assainissement)
Prélèvement opéré à Clichy (30 juillet 1904).

	EAU D'ÉGOUT	EAU sortant de la FOSSE SEPTIQUE	EAU sortant du LIT BACTÉRIEN
<i>1^{re} Analyse sur les eaux filtrées sur papier :</i>			
Degré hydrotimétrique.	36	40	36
Chlorures (en chlore)	0,0086	0,0114	0,0134
Nitrites (en acide nitreux)	"	"	0,004
Nitrates (en acide nitrique)	"	"	0,031
Matières organiques, en oxygène pris au permanganate :			
Solution acide.	0,026	0,023	0,016
Solution alcaline	0,020	0,019	0,011
<i>2^e Analyse sur les eaux telles quelles :</i>			
Matières en suspension (séchées dans le vide)	4,494	0,074	"
Après calcination	1,037	0,046	"
Différence (matières organiques en suspension)	0,457	0,028	"
Azote ammoniacal (en ammoniacque)	0,0148	0,0182	0,0052
Azote albuminoïde (en azote)	0,0052	0,0026	"
<i>Examen bactériologique :</i>			
Bactéries aérobies par cent. cube.	415 000	67 000	4 700
<i>Bacillus Coli</i>		Pas de <i>Bacillus Coli</i>	Pas de <i>Bacillus Coli</i>

La seconde colonne se rapporte à l'état des eaux sortant de la fosse septique, et s'applique à toutes les installations communes où l'on opère sans adjonction de filtres destinés à l'épuration complète des eaux résiduelles.

Les chiffres de cette colonne indiquent que les matières en suspension ont presque entièrement disparu, et que les microbes pathogènes, notamment le *Bacillus Coli*, sont détruits. Les bactéries passent de 415 000 à 67 000.

La troisième colonne montre, en outre, l'efficacité de l'épuration définitive sur lit bactérien. Tandis que la teneur en substances organiques a très notablement baissé, on voit apparaître une assez forte proportion de nitrites et de nitrates, résultat de la décomposition de ces substances, et particulièrement des albuminoïdes. La colonie bactérienne est réduite à 4 600 au centimètre cube. Ce chiffre est sans doute supérieur à ce qu'une bonne eau de source elle-même peut renfermer; mais il ne s'agit pas de boire de l'eau d'égout même

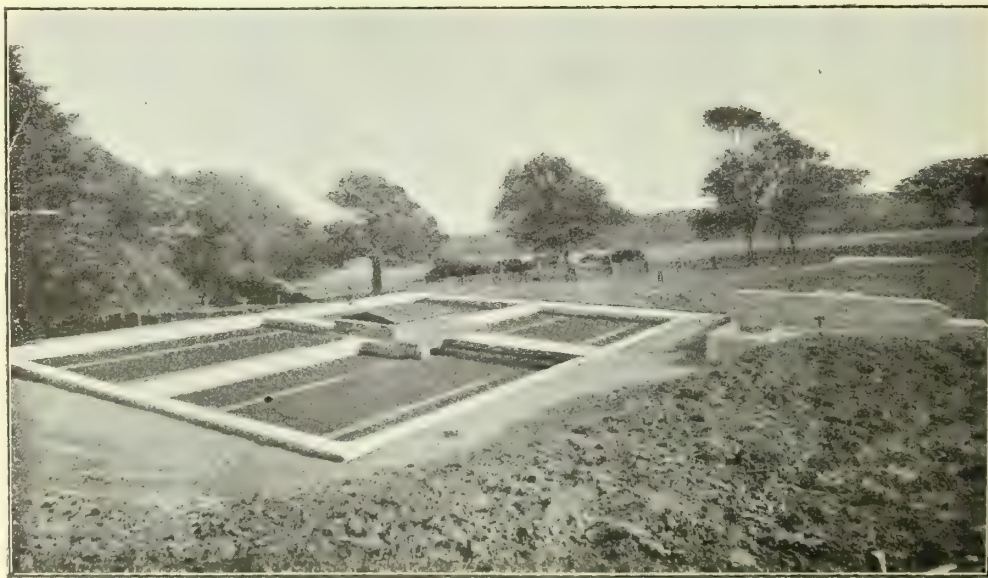


FIG. 7. — Installation du septic tank, à Osborne (île de Wight).

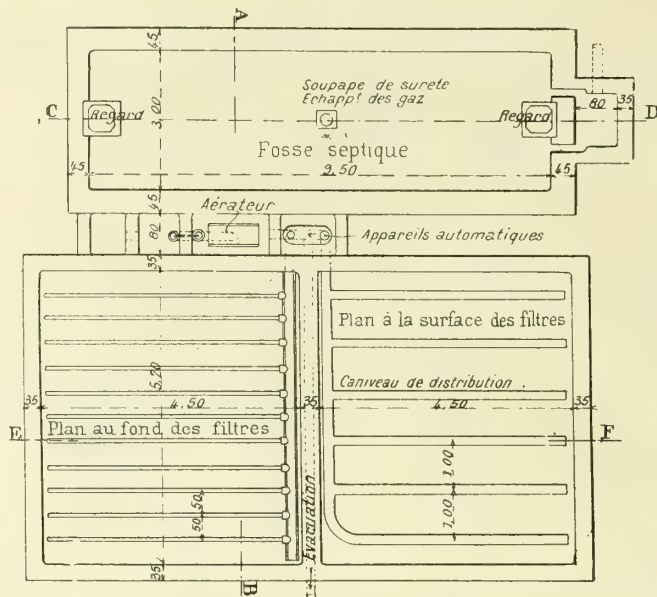


FIG. 8. — Plan de l'installation du septic tank, à l'hôpital de Châteauroux (Indre).

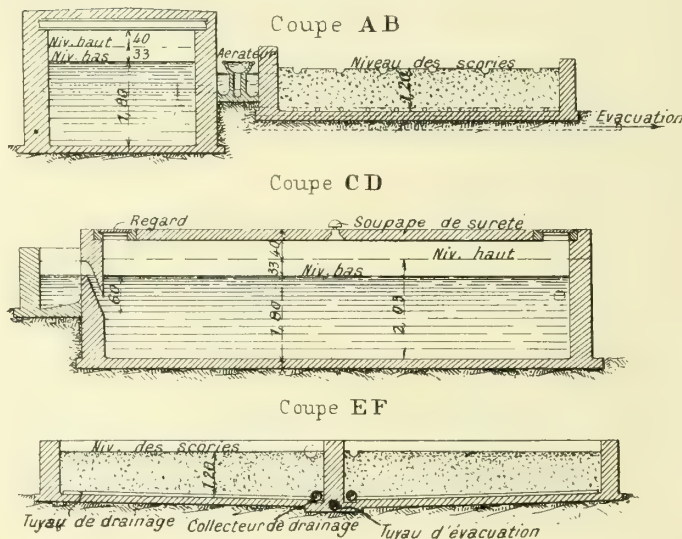


FIG. 9 à 11. — Coupes verticales de la fosse et des filtres.

épurée. L'essentiel c'est que l'on n'y rencontre aucun microbe pathogène et que l'effluent parfaitement inoffensif puisse être sans inconvénient déversé dans les cours d'eau.

Dans ces conditions, le système que nous venons de décrire, complété par les lits filtrants, peut rendre de grands services pour la purification des eaux d'égout des villes, et il semble bien que, réduit à la fosse septique, il offre aux petites agglomérations, aux fermes, aux usines, et même aux maisons isolées, à la cam-

pagne, un excellent moyen de résoudre la difficile question qui nous occupe (1).

L'-Colonel G. ESPITALIER.

(1) Le *Génie Civil* a donné précédemment (t. XLVI, n° 20) une étude détaillée sur un autre procédé d'épuration des eaux d'égout et des eaux potables, dérivé des mêmes principes, avec lit bactérien spécial au carboferrite.

VARIÉTÉS

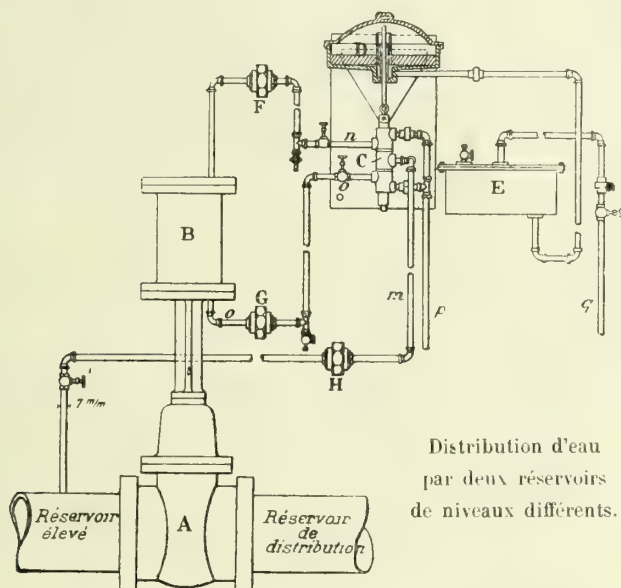
Distribution d'eau par deux réservoirs de niveaux différents.

Un réservoir de distribution, dont la hauteur est déterminée par la pression convenant à cette distribution, est souvent alimenté par un autre réservoir, naturel ou artificiel, situé à un niveau plus élevé.

Pour obtenir une fermeture automatique de la conduite d'alimentation du réservoir de distribution, on se sert ordinairement d'un robinet à flotteur. Mais ces appareils sont souvent peu sensibles et ne produisent pas toujours la fermeture au moment où le réservoir a atteint exactement la hauteur voulue. De plus, ils ne fonctionnent pas en temps de gelée.

L'appareil représenté sur la figure ci-dessous, empruntée à l'*Engineering News*, du 9 mars, ne possède aucun de ces inconvénients.

Il comprend un cylindre à piston hydraulique B qui manœuvre la vanne A, un tiroir de distribution C, actionné par un flotteur à mercure D, et un réservoir clos E, d'où le mercure est chassé dans la cuve du flotteur par la pression de l'eau du réservoir de distribution.



Lorsque l'eau s'écoule du réservoir élevé dans le réservoir de distribution, la pression correspondant à la hauteur de l'eau dans celui-ci se transmet par le tuyau q dans le réservoir clos à mercure E et chasse le mercure dans la cuvette du flotteur. Ce dernier s'élève donc en même temps que le niveau du réservoir de distribution et l'appareil est réglé de façon que, lorsque le niveau voulu est atteint dans ce réservoir, le tiroir met en communication, d'une part, le tuyau m avec le tuyau n et, d'autre part, le tuyau o avec le tuyau p .

La pression de l'eau communiquée par m et n à l'arrière du piston B fait descendre ce piston et ferme la vanne A; l'eau qui se trouve au-dessous du piston s'écoule par les tuyaux o et p . Quand le niveau baisse dans le réservoir de distribution, le flotteur et le tiroir descendent aussi, et, par le jeu de ce tiroir, l'eau sous pression passant par les tuyaux m et o relève le piston et la vanne; l'eau qui est au-dessus du piston sort par les tuyaux n et p .

Aux trois points F, G, H, se trouvent des toiles métalliques qui filtrent l'eau et empêchent les matières en suspension de fausser le jeu du tiroir.

Cet appareil, qui peut fonctionner longtemps sans surveillance, donne une hauteur d'eau exacte à quelques centimètres près.

L'altération des révélateurs au diamidophénol.

Les propriétés révélatrices du diamidophénol, sa grande énergie réductrice et son pouvoir de développement sans addition d'alcali ont contribué à en généraliser l'emploi qui, cependant, est entravé par le fait que le révélateur, une fois préparé, perd assez rapidement son énergie réductrice.

C'est aux causes de cette altération et aux remèdes qu'on peut y apporter que MM. A. et L. Lumière et M. Seyewetz ont consacré des recherches dont ils ont publié récemment les résultats (1). Contrai-

rement à l'opinion ordinaire, elle n'est pas due à la destruction du sulfite de soude, mais à l'oxydation du diamidophénol par l'air, réaction qui est retardée, mais non empêchée, par la présence du sulfite.

En effet, dans un révélateur normal qui renferme 3 % de sulfite anhydre et 0,5 % de diamidophénol, après que celui-ci a perdu toute propriété réductrice et s'est coloré en rouge foncé, le dosage du sulfite indique qu'il contient encore 75 % de la quantité primitive, ce qui est encore bien suffisant pour agir dans un bain neuf. D'ailleurs, en rajoutant du sulfite dans le bain épuisé, on ne l'améliore pas sensiblement. On le régénère, au contraire, par l'addition de chlorhydrate de diamidophénol; c'est donc bien le diamidophénol qui s'était altéré. La conservation du révélateur pendant un an et plus, dans un flacon parfaitement bouché, sous une couche de pétrole, montre que cette altération peut être attribuée au contact de l'air.

Les auteurs ont cherché à conserver le révélateur en augmentant à la fois sa teneur en diamidophénol et en sulfite; le résultat s'est trouvé entièrement contraire aux prévisions, et il se forme bientôt un précipité brun cristallin. Le moyen pratique consiste simplement, en somme, à conserver le révélateur de composition normale dans des flacons pleins et hermétiquement bouchés.

Nouveau type de culasse pour moteurs à gaz.

Le type de culasse généralement adopté pour les moteurs à gaz, et dont la figure 1 montre la coupe verticale, présente certains inconvénients bien connus. En effet, l'effort de l'explosion se produit, dans le sens de l'axe du cylindre, comme l'indiquent les flèches a , sur l'ensemble de la culasse, et doit être supporté par la couronne des boulons K.

Le seul examen de la figure montre que la transmission des efforts de la partie G aux boulons K a pour conséquence de tendre à ouvrir le joint annulaire B.

D'autre part, la partie G de la culasse, n'étant maintenue que par les boulons relativement éloignés du point d'application des efforts, et soumise en même temps à des variations importantes de température, suivant que la circulation d'eau est plus ou moins rapide, que le moteur marche sous une charge plus ou moins forte, etc., subit des modifications moléculaires qui en amènent généralement la rupture. La précaution prise de cintrer la partie O pour faciliter les dilata-

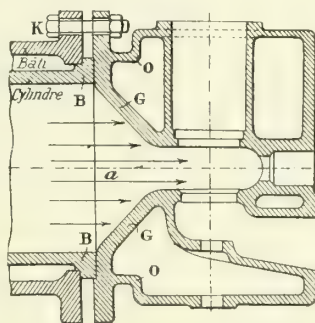


FIG. 1. — Coupe d'une culasse ordinaire.

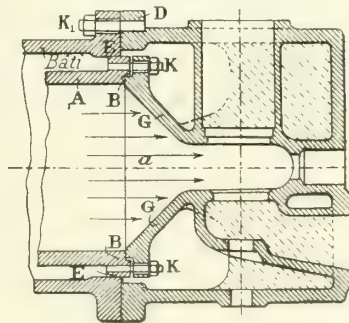


FIG. 2. — Coupe d'une culasse
du type Bollincks.

lions ne suffit pas pour y remédier. Les essais faits pour remplacer dans cette partie la fonte par l'acier n'ont pas donné de très bons résultats, en raison de la difficulté de mouler ces pièces compliquées avec des parois d'une épaisseur bien constante. Dès lors, les inégalités d'épaisseur multipliaient les chances de rupture.

La disposition de la figure 2, au contraire, est préconisée par MM. Bollincks, qui lui attribuent des avantages importants : le joint B est muni d'une portée annulaire qui en améliore l'étanchéité et rend le montage plus précis; de plus, les boulons K sont montés immédiatement sur ce joint et en maintiennent le serrage rigoureux. Enfin la culasse est rendue solidaire du bâti par une couronne de boulons K₁, de sorte que la résistance est assurée par un nombre de boulons bien supérieur au premier type.

Le cylindre peut se déplacer par rapport au bâti en couissant dans la partie cylindrique E. La culasse conserve donc sa libre dilatation, grâce à ce mouvement relatif possible entre les deux pièces dont les boulons la rendent solidaire. Des nervures visibles sur la figure 2 renforcent la partie conique G en la reliant à l'arrière de la culasse, de sorte que l'effort d'explosion se répartit sur tout l'ensemble, malgré les petites inégalités d'épaisseur ou de centrage.

4) *Bulletin de la Société Française de Photographie*, 1^{er} mois 1907.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences

Séance du 1^{er} mai 1905.

Botanique. — *Sur les conditions de développement du mycélium de la morille* (1). Note de M. G. FROX, présentée par M. Gaston Bonnier.

Le mycélium de morille a besoin, pour son développement, d'une forte alimentation hydrocarbonée : l'inuline, le glucose et l'amidon lui sont particulièrement favorables. Il est moins exigeant sous le rapport des principes minéraux, mais réclame néanmoins des phosphates, azotates et sels de chaux ou de magnésie, dans des milieux neutres ou très faiblement alcalins.

Chimie générale. — *Nouvelles recherches sur la combinaison chimique, au moyen des tubes de silice et sur la perméabilité de ces tubes*; par M. BERTHELOT.

M. Berthelot a poursuivi ses expériences relatives à l'influence d'une haute température, suivie d'un refroidissement brusque, sur la combinaison chimique, et s'est occupé, spécialement de la formation du gaz ammoniac au moyen de ses composants, azote et hydrogène, formation dont on avait admis la réalisation, au moyen du tube chaud et froid. Il s'est servi pour cela de tubes en silice fondue qui peuvent sans inconvénient être refroidis brusquement après avoir été portés à une température très élevée (2).

La décomposition du gaz ammoniac commence déjà vers le rouge sombre. Elle s'accélère à 800 degrés; mais elle ne devient totale dans la durée d'une heure qu'à une température notablement plus haute, telle que 1 300 degrés. A ce moment, pour cette durée de temps et à la pression réalisée, il ne subsiste plus aucune trace d'ammoniaque, même en présence du gaz chlorhydrique.

La transpiration de l'hydrogène à travers les parois des tubes en une heure, et avec les épaisseurs des tubes employés (0^{mm} 7), ne devient sensible que notablement au-dessus de 800 degrés.

Les effets de la transpiration de l'azote de l'oxygène sont analogues par leur grandeur relative à ceux qu'exercerait l'action dissolvante de l'eau sur l'air atmosphérique, et il est permis d'admettre que, à une haute température, l'oxygène traverse la paroi de silice en proportion notablement plus forte que l'azote; la perméabilité de cette paroi pour l'hydrogène est beaucoup plus considérable.

Chimie minérale. — *Préparation des chlorures anhydres des métaux rares*. Note de M. Camille MATIGNON.

L'auteur indique comment, par sa méthode, on peut préparer les chlorures de métaux rares en grandes quantités et à l'état pur; la méthode a l'avantage de s'appliquer aussi commodément à de faibles qu'à de grandes quantités de matière.

Économie rurale. — *Le nitrate de chaux en agriculture*. Note de M. E.-S. BELLENOUX.

L'auteur propose de remplacer l'azotate de soude par l'azotate de chaux qui, à poids équivalent en azote nitrique, donnerait pour la pomme de terre et la betterave sucrière des rendements supérieurs en fécule et en sucre.

La préparation se ferait facilement et économiquement par double décomposition avec du nitrate de soude et du chlorure de calcium. Du nitrate de chaux et du chlorure de sodium formés, c'est le dernier qui se sépare tout d'abord pendant la concentration.

Physique du globe. — *Sur le tremblement de terre du 29 avril*. Note de M. MASCART.

Des ébranlements sismiques assez étendus se sont produits le samedi 29 avril dans la région du sud-est de la France. Le phénomène a affecté toute la région des Alpes dont la formation, géologiquement récente, explique l'apparition de ces secousses de temps à autre.

C'est ainsi que non seulement le tremblement a été ressenti dans tout le bassin du Rhône et une portion du bassin supérieur de la Loire, mais aussi en Suisse et en Italie.

On a signalé deux secousses rapprochées qui ont duré quelques secondes chacune.

Le sismographe de Bagnères-de-Bigorre donne comme heure à laquelle s'est produit le phénomène : 2 h. 1 m. 20 s. Si l'on compare cette observation avec celle du sismographe de Grenoble : 1 h. 59 m. 15 s., la différence des temps paraît correspondre à la transmission des vibrations par le sol. D'autre part, M. Moureaux a constaté, sur les enregistreurs magnétiques du Val-Joyeux et du Parc Saint-Maur, près Paris, une perturbation spéciale à 2 heures précises.

L'écart de 45 secondes entre cette observation et celle de Grenoble peut s'expliquer, sans doute, par le défaut de réglage ou de pointé des deux appareils.

Dans l'Ain, on signale des meubles déplacés, des carreaux brisés, mais c'est dans la Haute-Savoie que les effets sont maxima : cheminées détruites à Chambéry, route de Chamonix à Argentière crevassée et défoncée, avalanches de rochers, maisons lézardées, apparition d'une source. D'après ces faits, le centre d'ébranlement semble assez voisin du Mont-Blanc.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

La conservation des bois de traverses. — M. ZIFFER passe en revue, dans les *Mitteil. für die Förd. des Lokalbahnw.*, de mars, les procédés actuels de conservation des bois de traverses, en rappelant que le réseau mondial compte aujourd'hui, en chiffres ronds, un million de kilomètres de voies, avec 1 250 traverses par kilomètre; en admettant une durée de dix ans, ce sont environ 125 millions de traverses à remplacer tous les ans, et il faut 1 250 000 hectares de forêts pour les trouver.

L'auteur cite les travaux récemment publiés (1) sur la question des procédés de conservation des traverses, notamment ceux de M. Hausser, Ingénieur en chef de la voie à la Compagnie du Midi français, et de M. Spring, Ingénieur des Chemins de fer du Gouvernement des Indes. On sait que ces procédés sont ceux au sulfate de cuivre, à la créosote, au chlorure de zinc; des mélanges de ces corps sont parfois employés. M. Ziffer compare les durées moyennes obtenues sur les grands réseaux européens pour les essences ordinairement employées, chêne et pin, avec ces divers procédés. Il signale également les artifices récemment proposés pour faire resserrer les vieilles traverses, en y implantant des tirefonds spéciaux (2) ou des trenails (3), chevilles en bois dur dans lesquels on visse à nouveau les tirefonds.

Enfin, M. Ziffer insiste sur l'influence de la qualité du ballast sur la conservation des traverses.

ÉLECTRICITÉ

La distribution de l'électricité. — Sous le titre « Distribution et dollars », M. C. H. WILLIAMS a présenté à la Northwestern Electrical Association un mémoire où il examine plus particulièrement au point de vue de leur répercussion sur l'exploitation, divers éléments des entreprises de distribution d'électricité.

L'*Electrical Review* (N.-Y.), du 11 février, reproduit ce mémoire.

L'auteur examine d'abord les facteurs qui influent sur le nombre et la section des feeders à installer; il s'occupe ensuite du choix de la dimension des transformateurs et des conducteurs secondaires. Puis il montre que les stations ont souvent intérêt à améliorer leur régulation, la dépense se trouvant compensée par les économies possibles sur le remplacement des lampes. Les stations ont d'ailleurs intérêt à se charger de ce remplacement, faute de quoi la charge des lignes peut se trouver modifiée.

Après avoir examiné les moyens d'arriver à une régulation satisfaisante, l'auteur s'occupe de la perte dans le fer des transformateurs. Cette perte influe sur le choix des types de transformateurs; par kilo-

watt, elle est en effet beaucoup plus élevée dans les appareils de faible puissance.

L'échauffement des transformateurs doit être limité, de façon à ne pas provoquer le vieillissement du fer; la température de l'huile est souvent plus basse que celle du transformateur. La répartition des pertes dans un transformateur doit être choisie en raison de la durée quotidienne de la charge, et il est utile de vérifier périodiquement que la perte dans le fer n'a pas varié.

L'auteur indique la méthode qu'il emploie pour déterminer les diverses pertes connues, et en déduire le courant perdu ou non facturé pour des raisons inconnues. Il montre ensuite l'intérêt qu'ont les stations à fournir les lampes, et qu'une station dont la limite de charge n'est atteinte chaque année que pendant peu de temps, peut avantageusement remplacer pendant cette période les lampes ordinaires par des lampes à grand rendement.

Emplois industriels de l'électricité. — M. J. F. SNELL étudie, dans l'*Engineer*, du 10 mars, la valeur comparée au point de vue de l'économie : 1° de l'emploi pour actionner les machines d'un atelier, soit de l'électricité produite dans l'usine même, soit de l'électricité fournie par une usine indépendante; 2° du courant continu et du courant triphasé. Il examine ensuite l'application des règlements administratifs dans les installations industrielles, puis l'importance et l'économie des règles uniformes dans la construction électrique.

L'auteur estime qu'il peut y avoir intérêt à adopter l'une ou l'autre des deux solutions pour l'alimentation en courant, suivant la valeur du coefficient de charge de l'usine privée et de l'usine d'énergie indépendante, c'est-à-dire du rapport du travail produit au travail qu'il est possible de produire annuellement par les générateurs d'énergie installés. Ainsi, le plus souvent, pour un coefficient de charge de 50 % aux ateliers, les deux solutions se valent; au-dessus de 50 %, il y a avantage à produire soi-même l'électricité; au-dessous, à emprunter à une usine indépendante.

Le courant continu permet des variations de vitesse économiques, mais avec le courant alternatif les appareils sont plus simples, moins lourds et moins chers; les deux types de moteurs ont aussi des différences de rendements, mais l'économie de l'emploi des moteurs sera surtout réalisée par des installations appropriées à l'emploi des machines.

HYGIÈNE

Influence de l'alimentation en Chine sur l'indigène et sur l'Européen. — M. le docteur BRUNET, médecin de la marine, publie, dans la *Revue d'Hygiène* (février et mars 1905), une étude documentée sur l'alimentation en Chine, principalement dans les provinces du Nord, et recherche l'influence qu'elle exerce sur l'indigène et sur la race elle-même, ainsi que sur l'Européen.

Après avoir donné un aperçu des éléments prodigieusement abondants et variés dont se compose l'alimentation en Chine, l'auteur signale certaines particularités d'utilisation qui au début en rendent l'adoption assez pénible à l'Européen, et parmi celles-ci, la rareté du lait, proscrit de l'alimentation même pour les enfants, ce qui constitue la principale cause de l'effroyable mortalité infantile qui y sévit en tout temps. Notre pain y est également inconnu; il est remplacé surtout par le riz dans la classe aisée et par des bouillies dans la classe pauvre. Une autre particularité est l'horreur superstitieuse des Chinois pour le sang qu'ils n'accroissent sous aucune forme.

L'alcool, malgré son bas prix, est très peu consommé; il est remplacé, ainsi que toutes les boissons fermentées, par le thé, absorbé toujours chaud. L'usage constant de celui-ci a développé en Chine une véritable industrie, celle de l'eau bouillante, dont l'importance hygiénique est considérable si l'on songe que dans ce pays toutes les eaux sont polluées et infectes.

M. Brunet constate le développement lent et tardif des adolescents au point de vue physique et intellectuel, en même temps que la précocité et la perfection de leur système osseux. Il attribue cette disproportion à la pauvreté en viande de l'alimentation chinoise, d'une part, et de l'autre, à la richesse en phosphates et en sels de chaux des céréales qui en forment la base. Plus tard, ce régime végétarien ne semble affecter en rien les qualités prolifiques, vigoureuses, et activement entreprenantes de la race, non plus que sa longévité; peut-être toutefois sa résis-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 4, p. 44. (Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 24, p. 398. (Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)

(3) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 1, p. 60.

tance aux maladies et aux infections est-elle parfois diminuée. Au point de vue moral, l'auteur voit dans ce mode d'alimentation une cause du caractère patient et pacifique de ce peuple de 400 millions d'individus se laissant diriger depuis le XVIII^e siècle par un peu plus de 100 000 Mandchous.

Dans la seconde partie de son étude, il indique les écueils à éviter et les précautions hygiéniques à observer, pour l'Européen, dans l'alimentation indigène; il constate en terminant l'extraordinaire puissance d'assimilation exercée par la race jaune sur les résidents étrangers.

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

L'étanchéité des ouvrages en béton. — Dans un grand nombre de cas, les ouvrages en béton doivent présenter une étanchéité qu'il est souvent difficile d'obtenir, soit par suite de la porosité de la masse, soit à cause de fissures survenues dans un béton sensiblement imperméable par lui-même.

Le *Beton und Eisen* (n° 3 de 1905) décrit à ce sujet deux systèmes d'imperméabilisation artificielle : les revêtements en plomb du système Eckelt employés notamment pour les ponts du canal de Dortmund à l'Ems (1); et les enduits en « ciment imprégné » spécial de la maison Liebold.

Dans le premier cas, les feuilles de plomb très pur, de 3 millimètres d'épaisseur, sont isolées de la maçonnerie par des plaques de fibre asphaltée, et réunies entre elles par des couvre-joints soignés.

Quant au ciment imprégné, l'article reproduit les résultats d'essais comparatifs avec du ciment ordinaire, faits à l'École technique supérieure de Berlin, en 1904. Son imperméabilité et sa résistance à l'eau de mer s'y trouvent mises en évidence.

MÉCANIQUE

Commandes par courroies. — Examinant dans la *Schweiz. Bauzeit.*, du 15 avril, le cas fréquent où des arbres moteurs à vitesse réduite sont commandés, par l'intermédiaire de courroies assez courtes, par des moteurs électriques tournant rapidement, M. ZUPPINGER montre, par quelques formules, la nécessité d'assurer l'adhérence de ces courroies sur ces poulies motrices, de très faible diamètre, par des moyens artificiels.

Parmi ceux-ci, il décrit spécialement l'enrouleur Lenix, du capitaine Leneveu, qui a fait récemment l'objet d'un article dans le *Genie Civil* (2), et en explique les conditions de fonctionnement.

Distribution de machine à vapeur, système Heusinger. — M. PRITZNER donne un exemple, dans la *Zeits. des Ver. deutsch. Ing.*, du 25 mars, de l'étude d'une distribution Heusinger relevée sur un modèle, avec toutes les épures et les diagrammes qui comporte ce travail. Il termine en rappelant les principes qui doivent guider l'étude d'un type nouveau de distribution.

MÉTALLURGIE

Le calibrage des cylindres de laminoirs pour fers à T. — Le calibrage des cylindres de laminoirs, trop longtemps déterminé empiriquement d'après les estimations de l'Ingénieur chargé d'établir un profil nouveau, est aujourd'hui facilité par les indications publiées dans de récents traités où la question a été étudiée théoriquement par des spécialistes.

M. Carl HOLZWEILER apporte à cette étude une contribution nouvelle dans un mémoire accompagné de planches que publie le *Stahl und Eisen*, du 15 avril. Il se borne à la détermination de quelques profils de fers à double T, en faisant ressortir les considérations qui doivent guider l'Ingénieur, et les raisons qui subordonnent certaines combinaisons à l'existence d'un outillage plus ou moins complet dans l'atelier des laminoirs.

Cages de laminoir de 70 tonnes. — Les usines métallurgiques de Dillingen (Allemagne) viennent de faire fabriquer à Duisburg, pour leur laminoir à blindages, trois cages qui pèsent chacune 70 tonnes. Leur hauteur totale atteint 6^m 30 et leur largeur au pied 4^m 20.

On a choisi naturellement une fonte de première qualité, et on a coulé préalablement des lingots d'essai, d'une section égale à celle des cages, de façon à étudier la résistance du métal dans l'intérieur de ces lingots.

Les surfaces ont été dressées et les trous nécessaires percés au moyen de machines-outils mobiles. Le transport s'est fait en montant chaque cage horizontalement sur deux poutres dont les extrémités reposaient elles-mêmes sur des plateaux, et chacun de ces plateaux sur deux solides châssis à trois essieux; la cage était donc supportée par douze essieux, et l'ensemble, qui pesait 130 tonnes, occupait 28 mètres de longueur.

MINES

L'hydrologie de la région de la Campine (Belgique). — Dans une communication à l'Association des Ingénieurs sortis de l'École de Liège, que publie la *Revue universelle des Mines*, de janvier 1905, M. d'ANDRIMONT complète les travaux de MM. Foris et Habets sur les diverses nappes aquifères de la Campine en recherchant la cause géologique des phénomènes observés.

Après avoir étudié les nappes contenues dans les terrains secondaires et tertiaires du sous-sol de cette région, l'auteur dit quelques mots des eaux que l'on y pourrait rencontrer dans la houille et dans les terrains primaires. Cet examen le conduit à supposer que les venues d'eau seront moins nombreuses dans le terrain houiller de la Campine que dans les anciens bassins houillers belges. Elles y seront peut-être plus à craindre, parce qu'elles pourront être amenées par des failles normales qui rejettent même les terrains tertiaires et dont l'ouverture est toujours plus importante que celle des plis-failles inverses des anciens bassins.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

La transmission de la chaleur dans un surchauffeur de vapeur du système Heizmann. — Les surchauffeurs de vapeur actuellement les plus employés sont à tubes de vapeur, tandis qu'on les construisait précédemment à tubes de fumée, la vapeur occupant l'espace extérieur aux tubes comme dans une chaudière locomotive.

La transmission de la chaleur est, comme le montre l'expérience, beaucoup moins active dans ce type d'appareil. Toutefois il existe un surchauffeur, du système Heizmann, qui procède du même principe et qui présente des avantages particuliers, en raison de sa construction spéciale. Il se compose en effet d'un caisson plat en tôle dans lequel sont mandrinés de nombreux tubes très courts par lesquels passent les gaz chauds. C'est en somme une chaudière locomotive de longueur infiniment réduite. Des tubulures supérieure et inférieure servent à introduire et à évacuer la vapeur du caisson.

Des expériences industrielles ont été faites sur un surchauffeur de ce système installé dans une filature à Logelbach, près de Colmar, et M. OTTO BERNER en rend compte dans la *Zeits. des Ver. deutsch. Ing.*, des 25 mars et 8 avril.

Sans entrer dans le détail de ces mesures, disons que dans un surchauffeur de 4^m 26 placé derrière une chaudière de 120 mètres carrés, avec de la vapeur à 6 kilogr., surchauffée à 260—275 degrés, on a obtenu des transmissions de 18 000 à 21 500 calories par mètre carré et par heure.

L'auteur a également expérimenté un groupe de trois surchauffeurs réunis en série et chauffés par les gaz d'un foyer spécial; il résume les résultats correspondants dans une série de diagrammes qui montrent le rôle du rayonnement et de la convection dans la transmission de la chaleur.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

Essais de conduites d'eau en béton armé. — Des expériences ont été faites l'an dernier à Los Angeles, en Californie, pour rechercher s'il n'y aurait pas avantage, dans certains cas, à substituer, pour les conduites d'eau sous pression, le béton armé au bois et à l'acier.

M. J. H. QUINTON indique dans l'*Engineering News*, du 9 mars, les inconvénients de ces conduites en bois ou en acier, et énumère les précautions à prendre avec le béton armé dans la construction et l'emploi de conduites de grand diamètre (1^m 50 et plus) si l'on veut assurer leur durée.

TRAVAUX PUBLICS

Pont-poutre en béton armé, près de Bregenz (Tyrol). — Les petites localités de Wolfurt et Kennelbach, séparées par le torrent de Bregenz et jusqu'ici presque dépourvues de communication directe, ont été réunies récemment par un pont en

béton armé, de 116 mètres de longueur, que décrit M. GOLDENBERG, dans le *Beton und Eisen* (n° 4 de 1905).

Il se compose d'une série de sept travées divisées en trois ouvrages distincts : l'un qui comprend les trois travées centrales formant un monolithe avec leurs piles en béton armé; les autres composés chacun de deux travées extrêmes et construits de la même façon. Il existe donc deux piles doubles, au-dessus desquelles les tabliers se relient par des joints mobiles laissant à chaque élément du pont son indépendance.

Chaque pile est montée sur pilotis, et se raccorde par des consoles armées, profilées en quart de cercle, avec le tablier. Ce dernier est constitué par trois poutres parallèles qu'un hourdis armé réunit à leur partie supérieure.

La poutre médiane, la moins haute, est la plus épaisse; celles de rives soutiennent les trottoirs en porte à faux. La chaussée est constituée par une couche de macadam posée sur le hourdis.

On trouvera dans cet article le détail des fers employés pour chaque organe du pont et la description des travaux de cet ouvrage, qui a coûté environ 50 000 francs.

Le pont de l'île Blackwell sur l'East River, à New-York. — L'*Engineering Record*, des 4, 11 et 18 mars, donne la description des travaux du quatrième grand pont devant relier New-York dans l'île de Manhattan à Brooklyn par l'île Blackwell et Ravenswood par-dessus l'East River.

Ce pont a cinq travées dont une de 360 mètres, il aura 1 134 mètres de longueur totale; il comporte 40 000 mètres cubes de maçonnerie, 39 000 tonnes d'acier. Son prix sera de plus de 60 millions. Il donnera passage à deux voies de chemins de fer, quatre de tramways, une chaussée pour les voitures et deux trottoirs.

Après avoir comparé ce pont aux autres grands ponts existants, l'auteur décrit les méthodes de montage qui ont été prévues. On montera d'abord la petite travée centrale sur charpentes provisoires qui serviront ensuite aux deux travées extrêmes; enfin les deux grandes travées par la méthode ordinaire des ponts cantilever, pour ne pas entraver la navigation de l'East River.

L'auteur examine les dispositions générales des chantiers de l'île Blackwell, les appareils de levage et de transport des matériaux employés sur ces chantiers, notamment des ponts roulants électriques et des grues spéciales de 65 tonnes.

Il passe ensuite à l'étude des charpentes provisoires et des charpentes mobiles de montage de la travée médiane et décrit la méthode de montage de cette travée.

Ces charpentes sont actuellement en cours de montage, l'infrastructure ayant été terminée en juin 1904.

DIVERS

Dérasement de l'épave du « Vindomora » coulé en Basse-Seine. — M. H. GODRON, Ingénieur des Ponts et Chaussées, publie, dans les *Annales des Ponts et Chaussées* (4^e trimestre de 1904), une note sur le dérasement de l'épave du vapeur charbonnier anglais *Vindomora*, échoué en montant la Seine, vers novembre 1899, à la hauteur du Val-de-la-Haye, et abandonné à l'Etat ainsi que son chargement, le 27 janvier 1900.

Le *Vindomora* qui portait 1246 tonnes d'anthracite en vrac dans deux cales à l'avant et à l'arrière de la machine, avait 64 mètres de longueur entre perpendiculaires et 9 mètres de largeur au fort. Son tirant d'eau en charge était de 5^m 34; il était actionné par une machine de 800 chevaux.

L'opération du dérasement dura huit mois et revint à 33 659 fr. 54. On retira du fleuve : environ 775 tonnes de charbon, 25 mètres cubes de bois, 250 mètres de cordages, 300 mètres de câbles d'acier, 120 kilogr. de cuivre et de bronze, 15 tonnes de petites pièces de fer, fonte et tôle de faible dimension, les quatre ancrs du bord, dont deux grosses à jas de 2^m 55 de longueur, 250 mètres de chaîne de 35 millimètres pour ces ancrs et, enfin, 450 tonnes de tôles et fers divers en gros morceaux de plus d'une tonne, murailles, cloisons, chaudières, arbre de couche, etc.

Le dépeçement du navire a montré que, grâce à l'action extrêmement brisante de la gomme J, convenablement combinée avec la dynamite n° 0, dans la confection des boudins explosifs, il était possible de découper, presque mathématiquement, le bord du navire en tranches régulières. Il a été consommé dans ce travail 1 700 kilogr. de dynamite.

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XXIX, n° 14, p. 464, et t. XXXV, n° 23, p. 369.

(2) Voir le *Genie Civil*, t. XLIII, n° 8, p. 413.

Ouvrages récemment parus.

La Technique des courants alternatifs, à l'usage des électriciens et des ingénieurs, par Giuseppe SARTORI, Ingénieur, professeur à l'Ecole supérieure de constructions navales de Trieste, traduit de l'italien par J. A. MONTPELLIER. *Tome second : Développements et calculs pratiques relatifs aux phénomènes du courant alternatif.* — Un volume, grand in-8° de 636 pages, avec 287 figures. — V^e Ch. Dunod, éditeur, Paris, 1905. — Prix : broché, 20 fr.; relié, 21 fr. 50.

Le second volume de l'ouvrage de M. Sartori, dont la traduction française vient de paraître, forme le complément de celui dans lequel l'auteur étudie les phénomènes au point de vue physique et descriptif, et met le lecteur en mesure de saisir parfaitement le mécanisme d'un phénomène et la fonction précise d'une machine. Ce tome II est consacré aux calculs pratiques et aux développements complémentaires.

Cette méthode d'étude donne d'excellents résultats, parce que l'Ingénieur, même familiarisé avec les calculs mathématiques, arrive plus facilement à se rendre compte du fonctionnement d'une machine en se formant préalablement une idée précise des phénomènes qui se produisent, s'il les examine d'abord au point de vue physique.

Afin de donner une plus grande homogénéité à son travail, M. Sartori présente, dans ce volume, l'étude des phénomènes considérés dans le même ordre que dans le tome I^{er}.

Il passe successivement en revue la représentation des phénomènes périodiques, les phénomènes d'induction, les propriétés des courants alternatifs, les alternateurs et les alternomoteurs, les transformateurs, les méthodes industrielles de mesures, et les lignes de transmission.

Les nombreuses applications numériques qui se trouvent dans le texte contribuent à en faciliter l'intelligence.

Les Principes de la mécanique, par E. WICKERSHEIMER, Ingénieur en chef des Mines. — Un volume in-8° de 130 pages, avec 11 figures. — V^e Ch. Dunod, éditeur, Paris, 1905. — Prix : 4 francs.

La mécanique, entre les mains de ses fondateurs, Galilée, Newton, Huyghens, était une science essentiellement expérimentale. Newton en fit un corps de doctrines moyennant l'énoncé de principes et d'axiomes qui établissent une cohérence parfaite entre toutes ses parties.

Lagrange, qui construisait sa « Mécanique analytique » sur les principes de Newton, semblait avoir édifié un monument définitif. Cependant, l'impulsion imprimée à la science moderne a atteint la mécanique (qui, au fond, n'est que le premier chapitre de la physique). Hertz, en Allemagne, et M. Poincaré, en France, ont soumis les principes sur lesquels elle repose à une critique approfondie.

L'auteur, convaincu, lui aussi, que les prétendus principes ou axiomes n'existent pas plus là que dans toute autre branche des sciences physiques, cherche à donner aux idées de temps, de force et de masse, leur véritable signification et ne reconnaît que deux notions fondamentales révélées par l'expérience, celles de masse et d'espace.

Un chapitre spécial est consacré à la rotation de la terre, en raison des critiques adressées, dans ces derniers temps, aux démonstrations classiques.

Les autres chapitres définissent, au point de vue que nous venons de signaler, le temps, la force, les vitesses, la masse, le mouvement relatif et le travail.

Loi sur la protection de la santé publique (loi du 15 février 1902). — *Guide pratique et commentaires*, par J. STRAUSS, sénateur, et A. FILLASSIER, docteur en droit (deuxième édition, revue et augmentée). — Un volume in-8° de 496 pages. — Jules Roussel, éditeur, Paris, 1905. — Prix : 10 francs.

MM. Strauss et Fillassier publient une deuxième édition de leur commentaire sur la protection de la santé publique, qui obtenait l'année dernière le prix Vernoy à l'Académie de médecine. La loi de 1902 et les règlements d'administration publique qui la complètent étant entrés en application, il a fallu reprendre, avec l'aide des nouveaux textes et de la jurisprudence, l'étude de chacun des articles, passer en revue les travaux préparatoires de la loi et en

donner un commentaire à la fois juridique et pratique.

A propos de l'article premier (règlements sanitaires communaux) sont étudiés les règlements-types pour communes urbaines ou rurales, ceux de Lyon et de Paris ; les autres principaux articles concernent la déclaration des maladies contagieuses, la vaccine, la désinfection, les mesures de prophylaxie extraordinaires, les travaux d'assainissement, la protection des eaux potables, la salubrité des immeubles, enfin l'administration sanitaire et ses divers rouages.

Les administrations municipales et départementales puiseront dans cet ouvrage des renseignements précieux pour l'organisation de leurs services, et y trouveront des formules-types applicables notamment à la nouvelle procédure en matière de logements insalubres : notifications, arrêtés de mise en demeure, etc.

La Propriété industrielle et commerciale (recueil de législation publié par l'Office national de la Propriété industrielle). — Un volume in-8° de 310 pages. — Bernard, éditeur, Paris, 1904. — Prix : 4 francs.

La création de l'Office national de la Propriété industrielle, par la loi du 9 juillet 1901, a réalisé, dans cette matière, d'importantes réformes. La centralisation des services de l'Office au Conservatoire des Arts et Métiers, facilitant la communication aux intéressés des brevets et marques de fabrique français et étrangers, est un premier progrès, que vient compléter aujourd'hui la publication d'un recueil de législation concernant la propriété industrielle, destiné à répondre aux fréquentes demandes de renseignements sur ce sujet.

C'est un ouvrage de vulgarisation, reproduisant les documents officiels les plus importants, dans les chapitres suivants :

Législation française : brevets d'invention (lois de 1844, 1856 et 1902 ; décrets ; tableau des formalités d'une demande de brevet) ; marques de fabrique et de commerce, nom commercial, dessins et modèles, propriété artistique et littéraire, secrets de fabrique, expositions ; législation internationale (décret du 20 mai 1903) et législation de chacun des principaux pays étrangers.

Meccanica razionale, par R. MARCOLONGO, professeur à l'Université de Messine (*Collection des Manuels Hoepli*). — Deux volumes petit in-8° de 600 pages, avec 35 figures. — Hoepli, éditeur, Milan, 1905. — Prix : reliés, 6 francs.

Ces deux petits volumes, dont le premier est consacré à la statique et à la cinématique, le second à la dynamique et à la mécanique des fluides, constituent un aide-mémoire complet à l'usage des Ingénieurs, suivi d'exercices qui en facilitent l'intelligence par la résolution de problèmes variés de mécanique.

INFORMATIONS

Concours d'appareils à acétylène.

Un concours d'appareils à acétylène vient d'être institué par l'Union des Fabricants Français de carbure de calcium dans le but de mettre en relief tous les appareils qui par la sûreté de leur fonctionnement, l'économie de leur emploi, la qualité de leur fabrication, peuvent inspirer à la clientèle une pleine et entière confiance.

Il ne doit donner lieu à aucun classement, mais servira uniquement à l'établissement d'une liste des *Appareils recommandables*, c'est-à-dire de ceux qui, à la suite d'essais multiples et méthodiques, auront satisfait à une série de prescriptions préalablement fixées dans le programme du concours.

Ce concours est placé sous le patronage d'un Comité composé de hautes personnalités scientifiques parmi lesquelles nous citerons MM. BERTHELOT, MOISSAN, VIOLETTE, général SEBERT, NÉNOT, membres de l'Institut, ainsi que des Syndicats des diverses industries intéressées à l'amélioration des appareils servant à produire l'acétylène.

Les épreuves seront exécutées sous la haute direction d'un jury formé par les délégués des Syndicats faisant partie du Comité de patronage, conformément à un programme arrêté par ce jury, dans des conditions telles que les intérêts commerciaux des

adhérents soient entièrement sauvegardés. La présidence de ce jury a été confiée à notre éminent collaborateur, M. J. GROUVELLE, professeur de physique industrielle à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures.

L'exécution matérielle du concours et la direction des opérations, conformément aux prescriptions du jury, sont confiées à M. Ed. FOUCHÉ, Ingénieur civil, ancien élève des Ecoles d'Arts et Métiers et de l'Ecole Polytechnique, délégué de l'Union des Fabricants Français de carbure de calcium et agréé par le jury.

Les adhésions au concours doivent parvenir à M. Fouché, 104, boulevard de Clichy, avant le 31 mai 1905.

La production des métaux dans le monde entier, en 1903.

Nous donnons ci-dessous, d'après une note publiée récemment par le *Stahl und Eisen*, quelques renseignements sur la production mondiale des métaux, en 1903.

Les chiffres cités représentent, pour le tonnage, des tonnes de 1 000 kilogr., et, pour la valeur, des millions de marks.

PRODUCTION	TONNAGE		PROPORTION	VALEUR EN 1903
	EN 1878	EN 1903		
Fer	14 362 600	46 900 000	3,27	2814,0
Plomb	356 000	880 000	2,47	204,0
Cuivre	115 400	380 000	3,03	664,0
Zinc	265 440	571 000	2,78	236,0
Étain	35 725	91 000	2,53	228,0
Nickel	600	9 850	16,43	33,5
Aluminium	1,5	8 250	5 500	49,4
Argent	2 534	5 800	2,27	446,0
Mercure	4 238	3 496	0,75	15,3
Or	179	494	2,76	1378,3
Platine	2	7	3,50	49,0

Le rapprochement de ces chiffres est assez curieux, notamment en ce qui concerne le fer, l'or et la platine. La valeur moyenne du fer n'a pourtant été estimée que 60 marks la tonne, ce qui est loin de correspondre à la valeur des fers et aciers manufacturés.

On peut comparer avec ces chiffres ceux qui sont relatifs au charbon (1903), au pétrole et au sel (1902) :

	Tonnage.	Valeur.
Charbons et lignites . . .	875 000 000	7 000
Pétrole	19 940 000	480
Sel	12 865 000	134

En 1878, le tonnage des charbons s'élevait à 292 046 000 tonnes seulement.

Le valeur du charbon dépasse infiniment, comme on le voit, celle du fer et de l'or réunis.

Quant à l'accroissement de production de l'aluminium depuis vingt-cinq ans seulement, il atteint un chiffre absolument exceptionnel.

Exposition des procédés de stérilisation.

L'Exposition nationale d'Agriculture coloniale, qui se tiendra, du 20 juin au 20 juillet, au Jardin Colonial, à Nogent-sur-Marne, comprendra une section spéciale des appareils à procédés de stérilisation.

Cette section, placée sous le patronage du Ministre de l'Agriculture, exposera les appareils et procédés de stérilisation de l'eau, du lait, du vin, du cidre, de la bière, etc., appareils qui fonctionneront devant le public qui pourra ainsi se rendre compte qu'il est possible, aujourd'hui, de conserver indéfiniment les boissons alimentaires, même les plus altérables, sans aucunement les dégrader.

Les demandes d'admission doivent être adressées à M. Mathieu, directeur de la Station Œnologique de Bourgogne, à Beaune, qui a été chargé de l'organisation de cette section et de ces expériences.

Le Gérant : H. AVOIRON.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Automobiles** : Les omnibus automobiles à Paris. Omnibus à vapeur système Gardner-Serpollet (*planche III*), p. 33; L-Colonel G. Esr-tallier. — **Études économiques** : Le canal de Panama (*suite et fin*). Revenus probables du canal et conséquences de son ouverture sur le commerce général, p. 36; A. DUMAS. — **Mécanique** : Expériences sur le rendement des roulements à billes, p. 39. — **Matériaux de construction** : Fabrique de ciment de Poble-de-Lillet (Espagne), p. 41. — **Électrochimie** : Métallisation et galvanoplastie artistique des feuilles et des fleurs, p. 42; Francis MARRE. — **Variétés** : Moyeu, système Peugeot, pour bicyclette à

rétropédalage, p. 43; — Recherche des traces d'oxyde de carbone dans l'atmosphère, p. 43; — Le régime actuel et futur des chemins de fer en Italie, p. 44; — Appareil avertisseur de température, p. 44; — Écartographe pour la vérification des guidages des puits de mines, p. 45.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Société des Ingénieurs civils (5 mai 1905), p. 46; — Académie des Sciences (8 mai 1905), p. 46.

BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 47; — Ouvrages récemment parus, p. 48.

Planche III : Omnibus à vapeur, système Gardner-Serpollet.

AUTOMOBILES

LES OMNIBUS AUTOMOBILES A PARIS

Omnibus à vapeur système Gardner-Serpollet.

(*Planche III.*)

Jusqu'à présent les transports en commun, à Paris, sont assurés au moyen d'omnibus trainés par des chevaux et de tramways sur

un privilège et une infériorité à la fois; mais elles ne changeront pas leur trajet d'une ligne pour faire place à un omnibus autonome : chacun pour soi et la même règle pour tous. Or, il pouvait sembler dangereux de jeter parmi tant de voitures d'allures diverses, de lourdes automobiles susceptibles d'une assez grande vitesse, tant qu'on n'était pas sûr de les manier aussi sûrement que les omnibus à chevaux, de les diriger aussi facilement et de les arrêter à chaque instant avec la même aisance. Cette crainte n'existe plus depuis longtemps déjà, dans les milieux compétents, où l'on est convaincu au contraire qu'on commande plus aisément à un mécanisme qu'à des chevaux, et avec

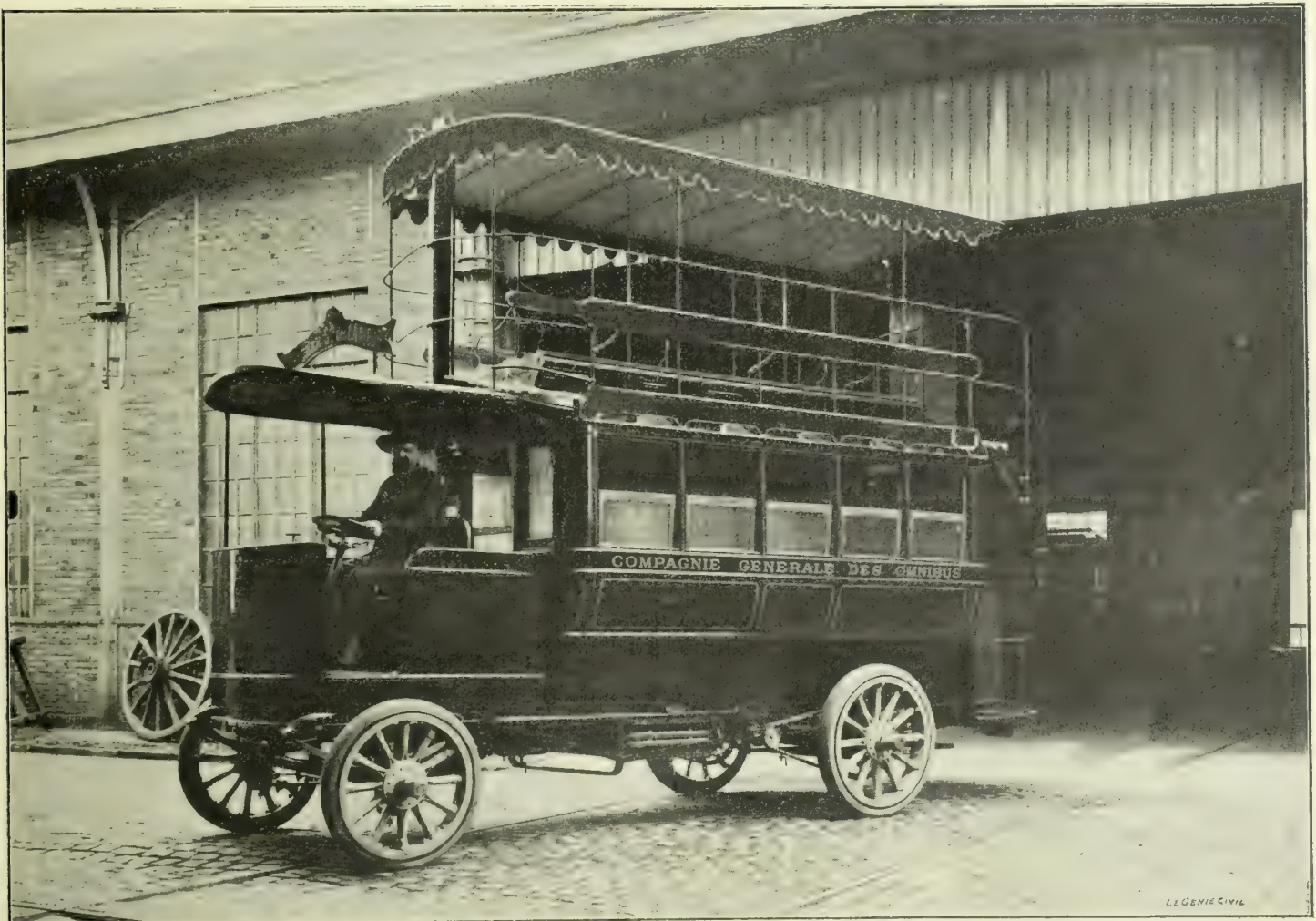


FIG. 1. — OMNIBUS A VAPEUR, SYSTÈME GARDNER-SERPOLLET, POUR LA COMPAGNIE GÉNÉRALE DES OMNIBUS DE PARIS.

rails pourvus indifféremment de la traction animale ou de la traction mécanique. Cette dernière paraissait incompatible avec la liberté de circulation qu'implique l'automobile proprement dite, qui doit se plier avec souplesse et rapidité au parcours sinueux d'une voiture lancée librement au milieu des véhicules de toute sorte encombrant nos chaussées.

Les voitures, en route libre, sont habituées à se garer au son de trompe des tramways, pour lesquels la ligne des rails constitue ainsi

l'avantage d'en être obéi instantanément. Les effets du dérapage restent néanmoins à redouter quand il s'agit d'aussi lourdes machines dont le seul frôlement sur un modeste fiacre aurait les mêmes conséquences que le choc du pot de fer sur le pot de terre.

S'il fallait toutefois, à l'introduction de ce mode nouveau de locomotion en commun, la sanction de l'expérience, le développement heureux des services d'omnibus automobiles dans les rues de Londres suffirait à lever toute appréhension, et nous devrions même éprouver

quelque honte, dans le pays de l'automobilisme, de nous être ainsi laissé devancer par nos voisins.

Peut-être pourrait-on trouver les raisons de cette lenteur du progrès des services publics dans le monopole qui paralyse les efforts de la concurrence, et dans l'accord préalable qui est nécessaire entre les Compagnies détentrices de ce monopole et l'Administration qui en a la tutelle, accord qui ne va pas sans négociations, compromis, conventions nouvelles — *do ut des* — où chacun rejette les responsabilités du *statu quo* sur le pouvoir voisin et trop souvent antagoniste.

D'autre part une nouvelle difficulté surgit des conditions mêmes que l'on prétend imposer à la solution du problème : on ne renonce pas volontiers chez nous aux voitures énormes à trente ou quarante voyageurs, lourdes machines difficiles à mouvoir, difficiles à diriger, tandis qu'en Angleterre on préfère multiplier les voitures de contenance moyenne. C'est ainsi que les plus puissantes voitures de Londres sont, croyons-nous, les vingt-quatre-chevaux de la London Road Co, qui paraîtront modestes auprès des quarante-chevaux que la Compagnie générale des Omnibus essaye d'introduire à Paris.

N'importe, lesdites quarante-chevaux marcheront et réaliseront, on peut en être convaincu, un progrès réel sur les moyens de locomotion que nous avons à notre disposition aujourd'hui.

Sur les tramways, elles auront l'avantage de l'indépendance et de la liberté d'allure. En bien des points, les rails à Paris servent à la circulation simultanée des voitures mécaniques et des voitures trainées par des chevaux; c'est sur ces dernières que se règle l'allure générale, et les premières, ainsi paralysées, ne bénéficient pas de la vitesse dont elles sont capables. Mais ce n'est encore là qu'un petit inconvénient à côté des arrêts fréquents causés par l'impossibilité de quitter la route rigide : le moindre accident, un obstacle en travers de la voie, un seul tramway en panne, et voilà tous ceux qui le suivent arrêtés.

Sur les omnibus habituels, les avantages ne sont pas moins évidents; non seulement l'automobile occupe moins de place, puisque sa longueur est réduite de toute la longueur de l'attelage, mais — et c'est là le point capital — elle peut aller beaucoup plus vite : on ne verra plus sur les côtes de Clichy ou de Montmartre, dans la rue d'Amsterdam ou la rue des Martyrs, de lourdes voitures que remorquent péniblement au pas des attelages essoufflés, avec l'aide d'un palonnier de renfort; et quel progrès lorsqu'on pourra remonter ces rampes, à la vitesse de 8 à 10 kilom. à l'heure.

Or, c'est une limite que les omnibus à chevaux n'atteignent même pas en palier. Leur vitesse commerciale varie en effet de 7 à 9 kilom. pour les voitures à deux chevaux et de 7^{km} 500 à 9^{km} 500 pour celles à trois chevaux. C'est une allure qu'il est facile d'accroître notablement par l'emploi de la traction mécanique, grâce à la mobilité et à la souplesse de la direction, grâce surtout, dans les arrêts, à l'instantanéité que l'on ne saurait réclamer des chevaux, sous peine de les mettre rapidement hors de service.

Le point de vue de la Compagnie générale des Omnibus est nécessairement économique et le meilleur rendement de chaque voiture, qui résulte de ce que nous venons de dire, est une considération à ne pas négliger; mais en outre il semble bien que les frais de traction doivent être moindres avec les automobiles. On ne doit pas oublier en effet qu'il faut, pour assurer chaque jour le service actuel, quinze chevaux par voiture à deux chevaux et dix-huit par voiture à trois chevaux, ce qui constitue une dépense d'entretien considérable. Dans le premier semestre 1904, la circulation quotidienne a été de 418 des premières et 265 des secondes, et pour assurer la traction de ces 683 véhicules, la Compagnie générale logeait, nourrissait, soignait une cavalerie de 10 700 chevaux.

La transformation qui se prépare, en même temps qu'elle donnera au public des facilités plus grandes, est donc aussi une évolution économique. Elle permettra par cela même d'abaisser le prix de transport, afin de combattre les effets de la concurrence suscitée par la création du Métropolitain. Toutefois, avant d'entreprendre une opération d'ensemble qui entraînerait des remaniements dans son personnel lui-même, la Compagnie, dont la concession expire en 1910, voudrait sans doute faire de cette opération, avantageuse au public en définitive, le pivot d'un arrangement qui assurerait l'avenir, en renouvelant dès à présent à des conditions nouvelles la convention qui lie la Ville autant qu'elle.

En attendant, cette Compagnie amorce les choses et, pour mieux montrer ce que deviendra la traction quand l'âge d'or des omnibus automobiles sera arrivé, elle met en essais plusieurs types de véhicules qui lui sont soumis par divers constructeurs. Ces différents modèles seront d'une puissance uniforme de 40 chevaux; ils n'auront en outre qu'un point commun, la carrosserie, qui comporte d'ailleurs la caisse bien connue des tramways à traction mécanique — et ce n'est pas un modèle de grâce. Peut-être ne peut-on pas faire mieux, avec la nécessité de surmonter l'impériale d'un abri; mais il n'en est pas moins vrai que la meilleure forme pour ces édifices roulants est encore à trouver.

Ces essais sur des véhicules construits pour satisfaire aux mêmes conditions de charge, de puissance, de vitesse, se prêteront à un examen

comparatif beaucoup plus concluant que des concours où prennent part des voitures différant absolument dans tous leurs éléments. On peut attendre notamment avec curiosité les résultats de cette comparaison en ce qui concerne la meilleure source d'énergie motrice : vapeur, moteur à explosions, électricité.

La vapeur assurément semble pouvoir déployer à l'aise tous ses avantages dans son application aux poids lourds. A l'époque des épreuves de Liverpool, en 1898 (1), son emploi semblait si bien indiqué dans ce cas particulier, que la totalité des voitures concurrentes étaient à vapeur, les moteurs à pétrole paraissant alors trop délicats et entraînant des frais de traction trop élevés. Ces moteurs ont fait, il est vrai, de grands progrès et abordent sans difficulté aujourd'hui les grandes puissances; mais il n'est pas défendu d'espérer que la vapeur saura reprendre son rang. Si la houille et le coke sont encombrants et produisent une fumée dont il est assez difficile de se débarrasser, le pétrole lampant est un combustible à la fois commode et bon marché. En outre, la machine à vapeur possède une souplesse, une élasticité qui lui permettent les coups de collier, alors que les moteurs à explosions ne laissent pas, malgré l'emploi des longues détenteuses, de témoigner d'une certaine brutalité. Avec la machine à vapeur, la mise en route est commode, et l'on supprime bien des organes qui compliquent singulièrement les machines à pétrole, le mécanisme des changements de vitesses, notamment.

Dans les essais qui vont avoir lieu, la vapeur sera représentée par une voiture Serpollet que nous nous proposons de décrire aujourd'hui. On peut prévoir ce qu'elle pourra donner d'après les résultats obtenus tout récemment par un omnibus du même système, destiné à faire le trajet Nice-La Turbie-Menton, qui ne diffère guère du nouvel omnibus que par la carrosserie, une légèreté un peu plus grande (cette voiture pèse, en charge, 3 880 kilogr.), et qui, essayé à Paris, a remonté à belle vitesse la rue des Martyrs et grimpé sans difficulté la rampe à 17 % de la rue des Saules.

Le modèle de 40 chevaux établi pour la Compagnie générale est destiné à transporter trente voyageurs, quatorze à l'impériale, quatorze à l'intérieur et deux sur la plate-forme, indépendamment, bien entendu, du mécanicien et du receveur, ce qui donne au total trente-deux personnes transportées. Les poids se décomposent ainsi :

Châssis	kilogr.	2 170
Caisse	—	1 850
Voyageurs	—	2 200
TOTAL		kilogr. 6 220

soit 61 500 avec les approvisionnements.

Les omnibus à chevaux pèsent, en ordre de marche, 4 000 kilogr.; mais il existe de nombreuses automobiles commerciales et industrielles dont le poids dépasse 7 000 kilogr.; le poids admis n'a donc rien d'exagéré ni d'incompatible avec une circulation rapide.

Le châssis proprement dit (fig. 1 et 2, pl. III) a 1^m 30 de largeur et une longueur de 5^m 10; la plate-forme le prolonge à l'arrière et porte à 6^m 10 la longueur totale de la voiture. Les longerons en C d'acier, de 80 millimètres de hauteur, sont placés à 0^m 68 au-dessus du sol. Ce châssis est suspendu par des ressorts à lames sur les deux essieux dont l'empattement est de 3^m 75. La voie est de 1^m 85. Les roues ont respectivement 0^m 90 de diamètre à l'avant et 1 mètre à l'arrière; elles sont garnies d'un bandage en caoutchouc plein du système Falconnet.

La suppression du capot d'avant qui existe dans les automobiles à pétrole et que nécessite alors l'installation du refroidisseur habituel, permet ici de rapprocher le plus possible de l'avant la place du mécanicien qui découvre ainsi facilement les obstacles sur sa route. Il n'a devant lui qu'un tablier vertical, légèrement cintré, d'une hauteur de 0^m 65 au-dessus du plancher.

Son siège est sur le côté gauche; il a sous la main le volant de direction et sous les pieds, à gauche, la pédale de l'obturateur qui commande l'admission, à droite la pédale du frein des roues : ce frein à segments agit sur un tambour calé lui-même sur l'axe des roues. Le mécanicien dispose, en outre, d'un second frein manœuvré par un levier situé à sa droite et agissant sur l'arbre du différentiel. Devant lui, et à droite également, se trouve le petit-cheval chargé d'actionner d'une manière indépendante les pompes d'alimentation en eau pour la chaudière et en pétrole pour le brûleur.

Tels sont les organes de conduite et de direction.

Le générateur est placé entre le conducteur et le compartiment des voyageurs, à droite, tandis qu'à gauche sont disposés les réservoirs à eau et à pétrole (100 litres d'eau et 60 à 80 litres de pétrole suffisent pour un parcours de 120 kilom.). Immédiatement en arrière, dans l'axe de la voiture est fixé le moteur comprenant quatre cylindres horizontaux à simple effet opposés deux à deux et développant 40 chevaux en marche normale. Les cylindres sont alésés à 90 millimètres

(1) Voir le Génie Civil, t. XXXIII, n° 45, et t. XXXIV, n° 7.

OMNIBUS A VAPEUR A 30 PLACES
Système Gardner-Serpellet.

Fig. 1. Elévation longitudinale du Chassis

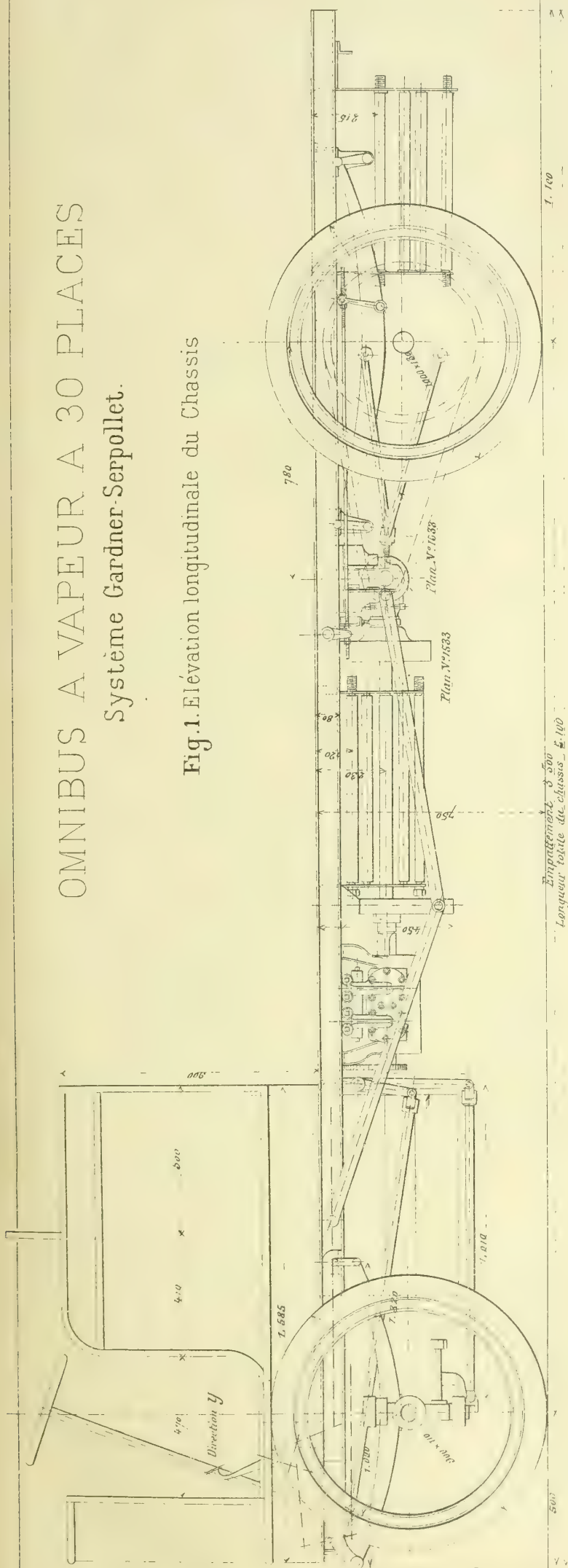
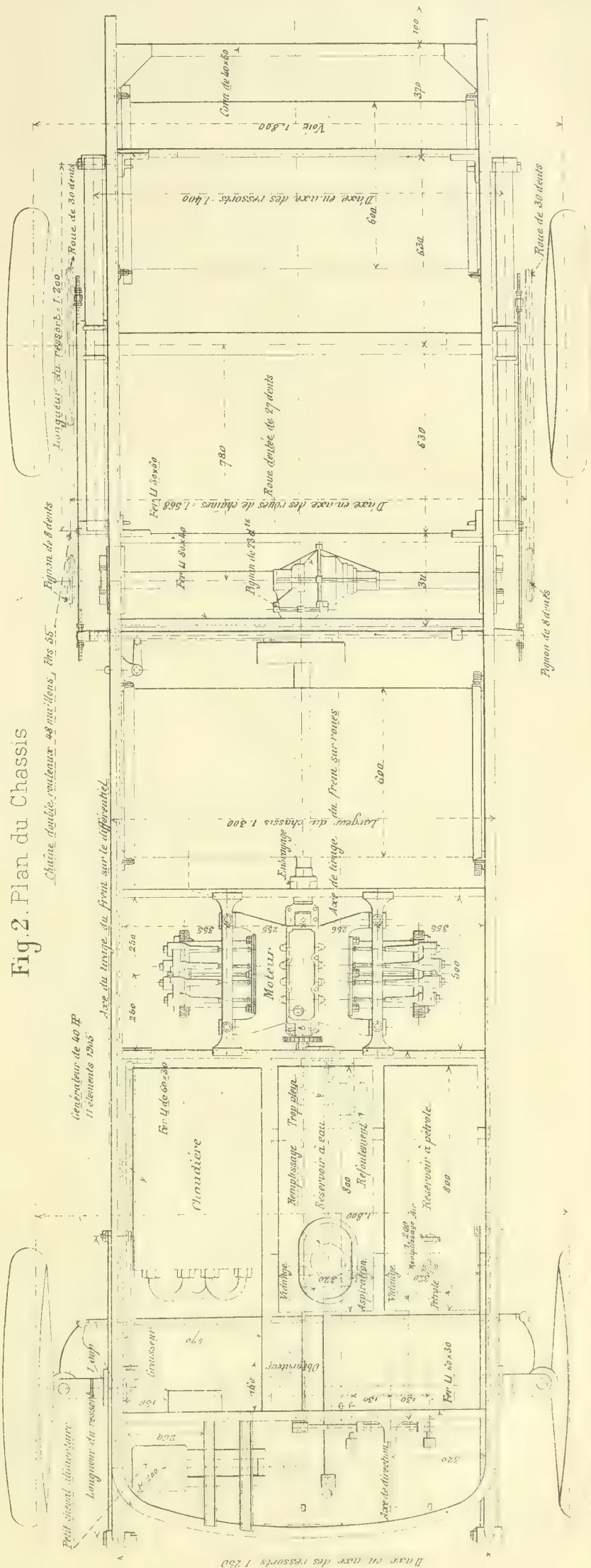


Fig. 2. Plan du Chassis



et la course est de 125 millimètres. L'arbre du vilebrequin embraye à la cardan sur un arbre moteur de 40 millimètres placé dans l'axe de la voiture, portant le tambour de frein du différentiel et commandant celui-ci par un pignon de vingt-trois dents qui engrène sur une roue d'angle de vingt-sept dents, soit une démultiplication de $\frac{23}{27}$. L'arbre du différentiel, parallèle à l'essieu moteur et à une distance de 0^m780 de cet essieu, porte lui-même, calés sur ses fusées, les pignons à huit dents des chaînes de Galle à rouleaux qui donnent le mouvement aux roues motrices par l'intermédiaire de roues dentées à trente dents, soit une nouvelle réduction de vitesse de $\frac{8}{30}$.

La chaudière Serpollet, si elle est restée toujours la même dans son principe (1), s'est cependant modifiée peu à peu dans ses détails et sa disposition, de manière à faire disparaître les inconvénients qu'on pouvait signaler à l'origine; l'appel et la circulation des gaz chauds à travers le dédale grillagé que leur opposent les éléments tubulaires, sont aujourd'hui mieux assurés et régularisés par un souffleur, ce qui supprime les fumées et les odeurs résultant d'une combustion incomplète qui provenait surtout d'une aménée d'air insuffisante lorsque la vitesse de la voiture se trouvait brusquement réduite.

Grâce à l'emploi d'un métal plus résistant, on a pu diminuer le diamètre et l'épaisseur des tubes, ce qui a l'avantage, non seulement de laisser plus d'espace à l'écoulement des gaz, mais de supprimer l'emménagement de chaleur — le volant de chaleur — qui a jadis causé quelques mécomptes aux chauffeurs inexpérimentés. On a ainsi une plus grande facilité pour produire de la vapeur pratiquement instantanée, condition d'autant plus profitable que l'adjonction d'un petit-cheval alimentaire permet de proportionner toujours automatiquement l'alimentation aux besoins.

L'ensemble du générateur est, comme dans les précédents appareils du même constructeur, composé d'une série d'éléments superposés (au nombre de 11 ici) et formés chacun d'un tube dessinant une sorte de grille (fig. 2). Les extrémités de ce serpent, qui passent à l'extérieur de la plaque de fond du foyer, portent des raccords R en acier brasés, qui servent à réunir les éléments successifs, en série, par l'intermédiaire d'un pont en forme d'anse que l'on voit nettement sur la figure 3. La circulation méthodique est la suivante: l'eau refoulée par la pompe dans le tube supérieur TT, s'y réchauffe et descend immédiatement à la base pour remonter le long des cinq éléments inférieurs VV où elle se vaporise; de là, par un tuyau extérieur, la vapeur remonte au sommet pour parcourir les surchauffeurs SS de haut en bas. La pression normale à la sortie est de 20 kilogr., et les tubes, essayés à 100 kilogr., sont timbrés à 50 kilogrammes.

Le brûleur, alimenté au pétrole lampant, ou mieux encore au moyen d'un mélange particulier au constructeur, mais aussi économique, se compose d'un certain nombre de becs dont la flamme enveloppe directement un vaporisateur de deux spires formé par le tube d'arrivée du liquide. L'alimentation est réglée par une petite pompe spéciale conjuguée avec la pompe à eau, de façon que le rapport des débits reste constant et égal à un dixième. La pression normale d'alimentation des brûleurs est de 2 kilogrammes.

La figure 6 indique très clairement le schéma de la circulation d'eau et de pétrole dans la chaudière Serpollet.

Le moteur Serpollet, à cylindres horizontaux et à simple effet, munis de distributeurs à soupapes, est suffisamment connu pour qu'il

ne soit pas nécessaire de le décrire ici. Comme le montrent les figures 4 et 5, chaque paire de cylindres agit par deux bielles sur un coude de l'arbre moteur. Les cylindres sont fondus séparément avec culasses rapportées, pour éviter les effets des différences de dilatation.

Les soupapes, horizontales, sont commandées, à l'aide d'un arbre auxiliaire, par des cames; celles d'admission sont à profil variable, de façon qu'en les déplaçant latéralement on fasse varier le degré d'ad-

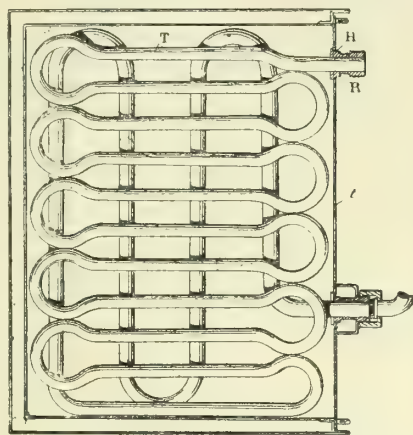


FIG. 2. — Plan d'un élément de chaudière Serpollet.

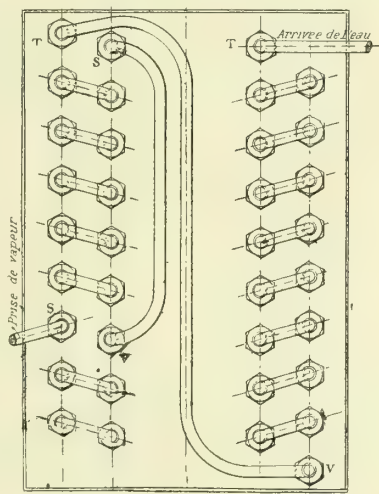


FIG. 3. — Assemblage des éléments de la chaudière Serpollet.

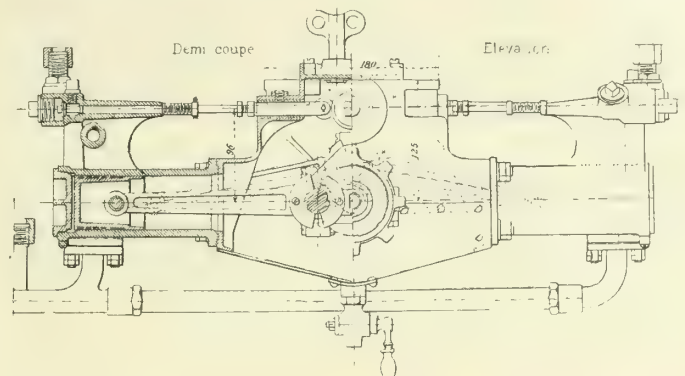


FIG. 4 et 5. — Élévation et plan d'un moteur Serpollet à deux cylindres.

mission. La vapeur d'échappement traverse un condenseur et retourne en partie à la bache d'alimentation.

Nous donnons (fig. 4 et 5) les plans d'un moteur du même genre qui ne diffère de celui de l'omnibus que par sa puissance et ses dimensions, moins considérables.

Toutefois, si l'organisation du moteur est restée la même, l'adjonc-

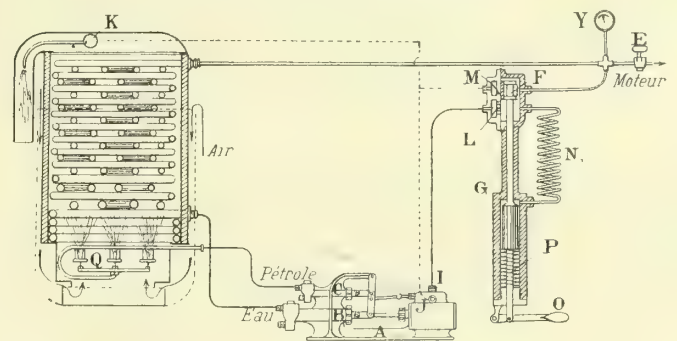


FIG. 6. — Schéma de la circulation de l'eau, de la vapeur et du pétrole dans la voiture Gardner-Serpollet.

A, socle commun au petit-cheval et aux pompes; — B, pompe à eau; — C, pompe à pétrole; — E, pointeau commandé par la manette du volant; — F, tiroir du régulateur; — G, corps du régulateur; — I, arrivée de vapeur au petit-cheval; — J, échappement vers les cheminées; — K, nourrice donnant de la régularité au soufflage dans les cheminées; — L, M, lumières de vapeur donnant la régulation au petit-cheval; — N, serpent rempli d'huile fixe pour le graissage du piston; — O, manette permettant de caler le régulateur pour augmenter la pression; — P, ressort opposé à l'action de la vapeur; — Q, brûleur; — Y, manomètre.

tion d'un petit-cheval alimentaire est relativement récente et constitue une sensible amélioration pour la bonne marche du générateur, puisqu'il assure automatiquement, et indépendamment de la marche de la voiture, une distribution d'eau et de combustible toujours proportionnelle à l'effort demandé. Pour la mise en train, le brûleur étant même en veilleuse, on envoie à la main un peu d'eau dans la chaudière. La faible quantité de vapeur produite suffit pour mettre

(1) Voir la description qui en a été donnée dans le Génie Civil, t. XLII, n° 19, p. 294.

en marche le petit moteur et par suite les pompes ; dès lors la voiture est en état de fonctionner et de partir.

Le petit-cheval est alimenté par une dérivation de vapeur prise sur la canalisation principale. Lorsque la pression atteint dans cette canalisation la valeur maximum que l'on s'est fixée et qui est le régime de la machine, elle agit sur le piston d'un appareil régulateur qui s'abaisse en comprimant un ressort antagoniste ; entraîné dans ce mouvement, le tiroir F du régulateur vient masquer la lumière d'admission au petit-cheval qui se ralentit et s'arrête jusqu'à ce que la pression se soit convenablement abaissée. Lorsqu'il y a lieu, afin de donner un coup de collier, de dépasser la pression pour laquelle l'appareil est réglé, le mécanicien, au moyen d'une manette O, peut caler le régulateur.

Le constructeur s'est servi en outre de l'échappement du petit-cheval, rendu régulier par une nourrice K, pour faire l'office de souffleur. L'appel d'air au brûleur est ainsi d'autant plus énergique que la marche du petit-cheval est plus rapide et que la quantité de pétrole envoyée par la pompe est plus grande et, lors même que le petit-cheval s'arrête, un orifice supplémentaire permet encore à la soufflerie de marcher.

Les figures 6 à 9 permettent de se rendre compte du fonctionnement de ces différents organes.

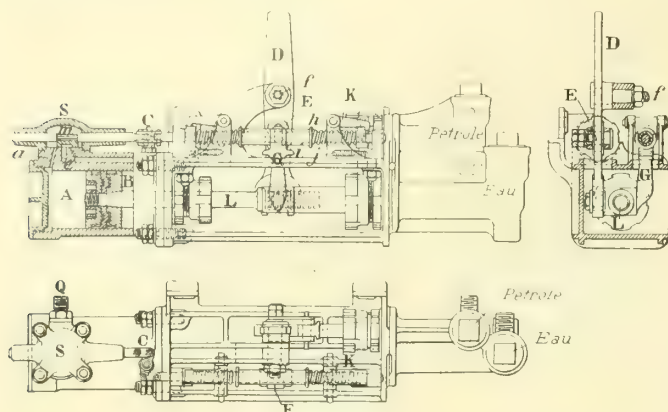


FIG. 7 à 9. — Coupes verticales et plan du petit-cheval et des pompes.

A, B, faces d'admission du cylindre du petit-cheval ; — D, levier pour la mise en train ; — E, réglage par coulisse du débit de la pompe à pétrole ; — G, pièce verticale fixée rigide sur L ; — K, culbuteur ; — L, arbre moteur ; — Q, arrivée de vapeur ; — S, couvercle du tiroir ; — a, admission ; — e, échappement ; — f, articulation ; — m, tiroir.

Disons enfin que la condensation de la vapeur au sortir du moteur principal est accélérée par un collecteur à tubes, d'où elle est raménée au réservoir avec interposition d'une soupape convenablement réglée.

Les premiers essais dans Paris permettent d'admettre que la dépense journalière d'un pareil omnibus ne dépassera pas sensiblement une quinzaine de francs, correspondant à un parcours de 120 kilom. et à un transport de 1 200 voyageurs.

L-Colonel G. ESPITALIER.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

LE CANAL DE PANAMA

(Suite et fin¹.)

Revenus probables du canal

et conséquences de son ouverture sur le commerce général.

Pour évaluer les revenus probables du canal, il faut se rendre compte, d'une part, de la somme nécessaire pour l'achèvement de l'entreprise et son entretien, d'autre part, des revenus qu'elle est susceptible de produire.

Nous avons vu que le montant des travaux du projet de la Compagnie nouvelle était de 525 millions, non compris le capital de 65 millions de ladite Compagnie, ce qui porte à 600 millions, en nombre rond, la dépense totale. En y comprenant les frais généraux et les charges financières pendant les dix années qu'aurait duré l'exécution, c'est un capital d'au moins 800 millions qu'il aurait fallu rémunérer plus tard, avant tout partage avec la Liquidation de l'ancienne Compagnie. On se rappelle, en effet, que cette dernière ne devait intervenir dans le partage des bénéfices qu'après rémunération

à 5 % du capital de la Compagnie nouvelle. Si l'on évalue, comme l'ont fait les Commissions Guillemin et Walker, à 10 millions de francs les frais annuels d'exploitation du canal, ce n'est donc qu'à partir du moment où les revenus nets du canal auraient été supérieurs à 50 millions de francs, et sur l'excédent seulement, que les obligataires de l'ancienne Compagnie auraient pu recevoir les 60 % qui leur étaient attribués.

Les recettes du canal dépendront de deux facteurs très difficiles à apprécier et qui sont fonctions l'un de l'autre : d'une part, le tonnage qui empruntera la nouvelle voie et, d'autre part, le droit que la Compagnie percevra sur ce tonnage. Or, il est clair que ce tonnage sera d'autant plus élevé que le droit auquel il sera soumis sera plus faible, car les navires n'utiliseront le canal qu'autant que la taxe qu'ils auront à payer ne sera pas supérieure au bénéfice que leur procurera leur passage par cette voie. Tel navire qui pourra en faire usage si la taxe n'est, par exemple, que de 5 francs par tonneau de jauge, ne pourra plus utiliser cette voie sans perte et continuera, dès lors, à suivre sa route habituelle, si cette taxe est de 10 ou 15 francs. La cinquième Commission du Congrès international de 1879 avait admis que ce tarif pourrait être de 15 francs par tonneau et la justification qu'elle donnait de ce chiffre est assez curieuse pour être citée :

Comparé au tarif de Suez, le taux de 15 francs est indiqué par la logique et le calcul. En effet, le canal interocéanique devant coûter un prix plus élevé de moitié, au moins, que celui de Suez (dont le coût a été de 474 millions), il n'est que juste d'admettre que sa rémunération soit établie dans la même proportion et que la tonne qui paye 10 francs à Suez en paye 15 au canal américain.

Nous n'insisterons pas sur cet étrange raisonnement ; nous ferons simplement remarquer que la cinquième Commission du Congrès avait alors en vue un projet estimé à 750 millions. Si l'on appliquait son raisonnement au prix que coûtera effectivement le canal de Panama et qui sera certainement supérieur à 2 milliards, c'est-à-dire plus de quatre fois le prix du canal de Suez, la taxe à percevoir à Panama serait de plus de 40 francs par tonne. Il est à peine besoin de faire remarquer qu'un pareil tarif serait absolument prohibitif.

Le chiffre ci-dessus de 15 francs par tonneau avait été adopté par l'ancienne Compagnie qui, en même temps, admettait que le trafic qui emprunterait le canal serait, dès l'ouverture, de 7 250 000 tonnes. Ce tonnage avait été, il est vrai, indiqué comme possible dans le rapport de la première Commission du Congrès de 1879, mais l'auteur de ce rapport, M. E. Levasseur, ne disait nullement que c'était là le chiffre à prévoir dès l'ouverture du canal, ni que tout ce tonnage pourrait payer le tarif de 15 francs.

S'appuyant cependant sur les chiffres ci-dessus et les interprétant suivant les besoins de sa cause, l'ancienne Compagnie prétendait que, dès l'ouverture, ou peu après, les recettes du canal seraient de :

$$7\,250\,000 \times 15 = 108\,750\,000 \text{ francs.}$$

La Commission d'Études Guillemin avait estimé en 1890 que le droit de passage du canal devrait être fixé à 12 fr. 50 par tonneau de jauge nette et qu'on pouvait espérer un trafic de 4 100 000 tonneaux au bout de la quatrième année d'exploitation, de 5 100 000 tonneaux au bout de la huitième année et 6 millions de tonneaux au bout de la douzième année.

D'après ces chiffres, si à cette époque le tarif de 12 fr. 50 par tonne avait pu être conservé, les recettes brutes se seraient élevées à 75 millions de francs, de sorte que, en défalquant 10 millions pour les frais d'entretien et d'exploitation, et 3 750 000 francs pour la redevance au Gouvernement colombien (5 % de la recette brute), les recettes nettes auraient atteint 61 250 000 francs. Mais la Commission d'Études avait soin de dire que « pour atteindre le chiffre de 6 millions de tonneaux il sera nécessaire d'abaisser graduellement et dans une certaine mesure le droit de péage du canal ». On peut en conclure qu'elle n'espérait pas que les recettes nettes pussent s'élever à 6 millions de francs avant douze ou quinze années d'exploitation, soit vingt ou vingt-cinq ans après la reprise effective des travaux d'achèvement. Ce n'est donc qu'après ce délai qu'on aurait pu partager un revenu d'une dizaine de millions entre la Compagnie nouvelle et la Liquidation de l'ancienne, c'est-à-dire attribuer 6 millions à l'ensemble des obligataires de cette dernière.

C'est seulement trois ans après sa constitution, c'est-à-dire en 1897, que la Compagnie nouvelle paraît s'être préoccupée de vérifier les diverses appréciations émises au sujet du trafic et des recettes probables du canal de Panama. Un pareil retard dans l'étude de cette question est injustifiable, car c'est évidemment le chiffre prévu pour les recettes qui doit permettre d'apprécier le capital qu'il est possible d'y consacrer sans faire courir trop de risques à sa rémunération.

La Compagnie n'a d'ailleurs pas rendu publiques les évaluations de la Commission qu'elle avait chargée de ce soin en 1897. Elle a seulement fait connaître que cette Commission était présidée par M. Paul Leroy-Beaulieu, choix qui peut paraître surprenant si l'on se rappelle que cet éminent économiste avait déjà formulé son opinion, en 1892, en déclarant que le trafic du canal ne dépasserait pas 4 à 5 millions de

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 4, p. 4, et n° 2, p. 49.

tonneaux et que la taxe à percevoir sur ce tonnage ne devait pas être supérieure à 10 francs par tonne (1).

Les nouvelles études auxquelles M. Leroy-Beaulieu s'est livré pour le compte de la Compagnie ont, paraît-il, confirmé ses premières prévisions, du moins si l'on en juge par ce que dit de ces études le rapport de la Commission présidée par l'amiral Walker, à laquelle elles ont été communiquées.

Quant à cette dernière, elle estime que le tonnage qui pourra passer par le canal dès son ouverture, c'est-à-dire en 1914, sera de 7 millions de tonnes et de 11 375 000 tonnes dix ans après, mais à condition que le droit de passage ne soit que de un dollar par tonne, c'est-à-dire le tiers de celui prévu par le Congrès de 1879 et l'ancienne Compagnie.

Avec une taxe aussi réduite, la Commission estime, avec juste raison d'ailleurs, que le canal de Panama pourra faire une sérieuse concurrence au canal de Suez et lui enlever une grande partie du trafic entre l'Angleterre et l'Australie. En effet, la distance Plymouth à Sydney est de 11 160 milles par Suez et de 12 370 milles par Panama, mais quoique la taxe de passage du canal de Suez ait été progressivement réduite à 8 fr. 50 par tonneau de jauge nette (mesure de la Commission du Danube), elle équivaut encore à près de 2 dollars par tonneau de mesure anglaise et américaine. Dans ces conditions, il n'est pas douteux que si la Compagnie de Suez n'abaisse pas son tarif (2), les navires faisant le trajet ci-dessus auront avantage à passer par Panama, malgré un allongement de route d'environ un quinzième.

dépassées, le contraire s'est produit dans les deux autres canaux maritimes qui existent depuis une dizaine d'années. Les recettes prévues pour les canaux de Kiel et de Corinthe sont, en effet, très inférieures à celles prévues et dépassent à peine les frais d'exploitation. Au canal de Corinthe, notamment, le trafic, qui avait été évalué à 6 millions de tonnes, n'atteint pas encore 2 millions de tonnes.

Assurément, ces deux entreprises ne sauraient être comparées aux deux grandes voies de Suez et de Panama, mais les erreurs commises dans l'appréciation de leur trafic n'en sont pas moins à méditer, surtout par ceux qui prétendent que la construction du fameux canal des Deux-Mers, entre le golfe de Gascogne et la Méditerranée pourrait être une affaire industrielle fructueuse.

D'ailleurs, les perfectionnements incessants, réalisés dans l'art naval et la construction des machines motrices, rendent de plus en plus faibles les avantages dus aux abréviations de route que procurent les canaux maritimes. Grâce à l'économie de poids réalisée dans la coque des navires par la substitution de l'acier au fer, à la meilleure utilisation du combustible dans les machines marines qui, au lieu de consommer 2 ou 3 kilogr. de charbon par cheval-heure, n'en demandent plus que 0^{kg} 700 ou 0^{kg} 800, et à diverses circonstances que nous avons autrefois développées dans le *Génie Civil* (3), le prix des transports maritimes, comme d'ailleurs celui des transports par voie ferrée, va sans cesse en s'abaissant et, par suite, l'économie réalisée par une réduction de trajet devient de plus en plus faible.



Carte des principales routes suivies par les navires dans l'Océan Atlantique et dans l'Océan Pacifique.

Quant aux ports de la côte orientale des États-Unis, ils se trouveront à peu près aussi rapprochés des Philippines et de la partie de l'Asie comprise entre Singapour et Sanghaï par le canal de Panama que par celui de Suez, de sorte que le chemin choisi par le commerce afférent à ces ports dépendra des droits demandés pour les passages de ces canaux.

En fixant à 1 dollar par tonne le droit du passage du canal de Panama, l'Isthmian Canal Commission estime que les États-Unis ne doivent pas chercher à tirer un revenu direct de cette entreprise, parce que, indépendamment des avantages militaires qui sont évidents et très importants, le canal de Panama procurera au commerce et à l'industrie de ce pays des avantages extrêmement considérables. Si l'on se rappelle que les frais d'entretien sont évalués à 10 millions de francs et que le canal coûtera aux Américains au moins 1 milliard de francs, on voit que les revenus ne pourront atteindre seulement 4 % de ce capital que si le trafic passant par le canal s'élève à 10 millions de tonnes.

Avec un tarif réduit à 5 francs par tonne, c'est-à-dire au tiers de celui prévu par l'ancienne Compagnie, il ne semble pas douteux que ce trafic se réalisera dans un délai plus ou moins grand après l'ouverture du canal. Toutefois, il ne faut pas perdre de vue que si les prévisions faites pour le trafic de Suez se sont trouvées très largement

quelque réduit qu'il soit, le tarif unique de 5 francs par tonne n'est cependant pas celui qui est susceptible d'attirer au canal le trafic le plus considérable, car il sera encore trop élevé pour que certains navires aient intérêt à utiliser cette route. D'autre part, il est manifeste qu'il est beaucoup trop faible pour un grand nombre d'autres qui pourraient payer beaucoup plus cher le droit de passage.

Il suffit, en effet, de jeter les yeux sur la carte ci-dessus pour se rendre compte que l'économie de trajet réalisée par les navires traversant le canal, et, par suite, la redevance qu'on pourrait exiger d'eux, est, au contraire, extrêmement variable suivant la route suivie par chacun d'eux. Il ne faut donc pas s'étonner si le chiffre de cette redevance a été si diversement apprécié par les Commissions compétentes et a varié du simple au triple.

Un droit fixe, comme tous ceux officiellement prévus, et applicable indistinctement à tous les navires, est d'ailleurs doublement préjudiciable aux intérêts du canal puisque, d'un côté, il éloigne de la nouvelle voie les bateaux qui ne trouveront dans son usage qu'une faible réduction de trajet et que, d'un autre côté, il ne permettra pas de prélever une redevance assez rémunératrice sur ceux à qui cet usage procurera une très grande économie.

Pour faire disparaître ces inconvénients, nous avons proposé, en 1891, de remplacer le tarif uniforme, quel qu'il fût, par un tarif plus équitable pour la navigation et en même temps plus productif pour le canal. D'après ce tarif, la redevance à percevoir sur chaque navire

1 *Economiste français*, du 13 août 1892.

2 La dernière détaxe de 0 fr. 50 date du 1^{er} janvier 1903 et il paraît certain qu'une nouvelle détaxe de 0 fr. 50 sera adoptée prochainement, peut-être à la prochaine assemblée générale des actionnaires qui doit avoir lieu le 6 juin.

(3) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 24, p. 381.

serait proportionnelle aux économies, c'est-à-dire à la réduction de trajet que l'usage du canal lui permettrait de réaliser.

Nous avons longuement exposé (1) les raisons militant en faveur d'un pareil tarif qui se composerait de deux parties :

1° Un droit fixe de 3 francs par tonneau de jauge nette, applicable indistinctement à tous les navires ;

2° Un tarif millique ou droit de 0 fr. 0025 par tonneau millique (tonneau transporté à un mille de distance) que le canal permettra d'économiser.

Dans tous les cas, le tarif applicable à chaque bateau se déduirait donc de la formule suivante :

$$T = 3 + x \times 0,0025,$$

x désignant le nombre de milles marins économisés par la route de Panama. Selon que x sera plus ou moins grand le tarif sera plus ou moins élevé, et lorsque x deviendra nul, ce tarif se réduira au droit fixe de 3 francs.

Les chiffres qui entrent dans cette formule n'étaient, d'ailleurs, donnés qu'à titre d'indication et pour fixer les idées. Ils auraient pu être modifiés de façon à s'adapter mieux encore aux nécessités commerciales.

Nous n'insisterons pas sur les avantages qu'aurait présentés un pareil tarif au point de vue des recettes du canal, mais nous croyons devoir appeler l'attention sur les effets, en quelque sorte protecteurs, qu'il aurait eus pour le commerce maritime européen. Actuellement le point de pénétration, de l'Océan Atlantique dans le Pacifique, est le cap Horn, et ce point se trouve sensiblement à égale distance de la côte orientale des États-Unis et des ports anglais ou français (voir la carte ci-dessus), de sorte que le commerce de ces trois nations lutte à armes égales dans les ports de l'Amérique occidentale.

Au contraire, quand le canal de Panama sera percé, c'est par ce passage que se fera la pénétration dans le Pacifique ; or, tandis que la distance de New-York à Colon n'est que de 1 930 milles, elle est de 4 520 milles entre Plymouth (ou le Havre) et le même port.

L'équilibre actuel sera donc détruit, puisque le canal procurera aux navires allant de la côte orientale des États-Unis dans le Pacifique une économie d'environ 2 600 milles sur ceux provenant des ports de la Manche ou de la Méditerranée et ayant la même destination.

Cela équivaut, pour des steamers ordinaires, à une réduction d'une dizaine de jours sur la durée de la traversée. Ainsi, par exemple, Callao, le port de Lima, c'est-à-dire le principal port du Pérou, qui se trouve actuellement à 41 jours de traversée, aussi bien de New-York que de Plymouth ou de Marseille, ne sera plus, lorsque le canal sera ouvert, qu'à 13 jours de New-York, mais il restera à 23 jours de Plymouth et du Havre et à 25 jours de Marseille.

Si, au lieu de New-York, on considère les ports du golfe du Mexique, tels que Galveston et la Nouvelle-Orléans, on voit immédiatement que les avantages qu'ils retireront du canal de Panama, par rapport aux ports européens, seront encore plus considérables.

Il aurait donc été juste qu'une entreprise privée pût frapper les navires de provenance américaine d'une taxe plus élevée que celle réclamée aux navires de provenance européenne, ce qui aurait donné un supplément de recettes pour le canal.

Le tarif que nous proposons aurait précisément permis ce supplément de recettes, et il paraît certain que grâce à lui les revenus du canal auraient pu devenir suffisants pour donner aux obligataires de l'ancienne Compagnie un dividende correspondant à un capital bien supérieur à celui que leur a fourni la Liquidation.

Avec un tarif uniforme, quel qu'il soit, non seulement les revenus du canal seront beaucoup moins élevés, mais on favorisera singulièrement le commerce américain au détriment du commerce européen et en particulier du commerce français.

Pour se rendre compte des effets désastreux que produira le canal de Panama sur le commerce européen, il suffit de se rappeler l'influence qu'a exercée sur le commerce français le percement du Saint-Gothard. Dans la seule année qui a suivi l'ouverture de cette nouvelle voie, l'exportation des marchandises françaises en Italie a été réduite de 210 millions à 177 millions, soit de 33 millions ou de 16 %, pendant que dans la même période l'exportation des marchandises allemandes a passé de 67 à 114 millions, c'est-à-dire a augmenté de 47 millions ou de 70 %.

De même qu'après le percement du Saint-Gothard, l'Allemagne a inondé l'Italie de ses produits et refoulé ceux de la France et de l'Angleterre, de même, avec un tarif uniforme, le canal de Panama permettra aux États-Unis de substituer, sur la côte occidentale de l'Amérique du Sud, leurs produits à ceux de l'Europe et, en particulier, à ceux de la France, qui a fait jusqu'ici un commerce important avec les nations de cette contrée (2).

Dans ces conditions, le canal de Panama, au lieu d'être une œuvre nationale, comme on s'est plu à le répéter en faisant appel aux capitaux français, se présente, au contraire, comme une entreprise anti-patriotique et l'intérêt de la France aurait été plutôt d'empêcher sa réalisation que d'en prendre l'initiative.

Toutefois, comme il est certain que la construction d'un canal interocéanique devait, tôt ou tard, avoir lieu, ce qu'il faut regretter (abstraction faite de l'argent perdu par les premiers actionnaires et obligataires), ce n'est pas qu'elle ait été entreprise par des actionnaires français, mais qu'elle n'ait pu rester entre des mains françaises ou tout au moins européennes.

La faute commise par la France et les autres puissances maritimes du Vieux-Monde a été de ne pas se rendre un compte exact des effets économiques qu'aura la nouvelle voie sur leur commerce et de ne pas avoir cherché à en atténuer les conséquences. Nous ne dirons pas qu'elles auraient dû soutenir l'ancienne Compagnie, car nous avons vu que la façon dont elle avait conduit l'entreprise l'avait irrémédiablement acculée à la faillite, mais elles auraient dû favoriser la reprise de l'affaire et la constitution d'une Compagnie française ou européenne capable de reprendre effectivement les travaux et de les mener à bonne fin.

Une pareille Société, forte de l'appui des grandes puissances intéressées, aurait certainement pu imposer un tarif du genre de celui dont nous avons indiqué le principe, c'est-à-dire de nature à protéger le commerce européen contre la concurrence américaine.

On a prétendu que la loi de concession s'opposait à l'adoption d'un tarif proportionnel. Le second paragraphe de l'article 14 du contrat approuvé par cette loi dit, en effet, que les « *droits seront perçus sans aucune exception ni faveur sur tous les navires dans des conditions identiques* », mais cela veut-il dire que ces droits devront être uniformes et identiques dans tous les cas, même quand les navires se trouveront dans des conditions essentiellement différentes ? Le véritable sens de ce paragraphe n'est-il pas simplement que tous les navires devront être traités de la même manière, quel que soit le pavillon sous lequel ils naviguent et que la méthode, c'est-à-dire la *formule*, employée pour la fixation de la redevance, devra toujours être la même, quels que soient les navires considérés ?

L'interprétation de ce contrat appartenait, d'ailleurs, aux parties intéressées, c'est-à-dire aux concessionnaires et au Gouvernement colombien et, s'il avait été admis que le texte cité plus haut prête à la confusion, rien n'aurait été plus facile que de le reviser, de façon qu'il permit le mode de tarification le plus favorable aux intérêts de l'entreprise. Le Gouvernement colombien, devant prélever un tant pour cent sur les recettes du canal, ne pouvait accueillir que favorablement les mesures équitables qui auraient été de nature à accroître ces recettes.

Sans doute l'application d'un tarif basé sur l'itinéraire suivi par les navires traversant le canal aurait présenté quelques difficultés d'application, mais l'étude approfondie de la question montre qu'elles n'ont rien d'insurmontable. Les papiers de bord contiennent toutes les indications nécessaires pour l'établissement d'une taxe de ce genre et, d'après l'article 12 du contrat de concession, tous les navires qui auraient transité par le canal auraient dû, dans tous les cas, présenter lesdits papiers. Cette formalité est, d'ailleurs, exigée aussi au canal de Suez, et parmi les nombreux renseignements que tout navire est obligé de fournir à l'administration de ce canal figurent : le nom des armateurs et affréteurs, les ports de provenance et de destination, etc.

Un tarif analogue n'existe pas au canal de Suez, auquel celui de Panama est si souvent comparé, mais, pas plus qu'au point de vue des difficultés d'exécution, il n'y a lieu de comparer les deux entreprises au point de vue des taxes à y percevoir. En effet, le canal de Suez sert à mettre la Méditerranée en communication directe avec les Indes et l'Orient, et presque tous les navires qui le traversent bénéficient d'une réduction de trajet sensiblement la même, de sorte qu'il n'y a pas grand inconvénient à leur réclamer, à tous, exactement le même droit de passage. L'écart entre la valeur du service rendu et le prix réclamé reste, dans ce cas, toujours très faible, tandis qu'avec un tarif uniforme il sera loin d'en être de même à Panama.

Il existe, d'ailleurs, un précédent à invoquer en faveur d'un tarif proportionnel. Au canal de Corinthe le droit de passage est plus élevé pour les navires en provenance ou à destination de l'Adriatique que pour ceux de la Méditerranée. Les premiers bénéficiant, dans leur passage par ce canal, d'une réduction de trajet beaucoup plus grande que les derniers, la redevance qu'ils ont à payer est de 0 fr. 75 par tonne au lieu de n'être que de 0 fr. 50.

Le principal obstacle à l'adoption d'un tarif proportionnel pour le canal de Panama aurait sans doute été l'opposition que lui auraient témoignée les États-Unis. Un tarif de ce genre devant atteindre particulièrement leur commerce, il est certain qu'ils auraient mis tout en œuvre pour le faire repousser. Ne pouvant s'y opposer directe-

(1) Le tarif à appliquer à Panama et les revenus probable du canal. Une brochure grand in 8° de 116 pages. — Bernard et C^e, éditeurs, Paris, 1891.

(2) Dans le prochain numéro, nous montrerons le développement du commerce des États-Unis par rapport à celui des grandes puissances européennes.

ment, ils n'auraient pas manqué de mettre en avant la menace d'un canal concurrent par le Nicaragua.

Il est évident qu'une pareille menace aurait été de nature à paralyser les efforts faits en vue de la constitution d'une entreprise purement privée, mais il n'en aurait pas été de même si la Société d'achèvement du canal avait eu l'appui des puissances maritimes européennes lui assurant, par exemple, une garantie d'intérêt. L'intransigeance des États-Unis, au sujet du canal interocéanique, ne date, pour ainsi dire, que de leur guerre avec l'Espagne, car jusqu'alors ils n'ont pas fait d'opposition sérieuse aux Compagnies françaises. Si, à la fin du siècle dernier, le canal de Panama avait été achevé, ou sur le point de l'être, il est peu probable qu'ils se fussent obstinés à construire celui du Nicaragua uniquement en vue de soustraire leur commerce à la taxe élevée qui lui aurait été imposée par le premier.

En effet, malgré l'élévation relative de la taxe dont il aurait été frappé par un tarif proportionnel, le commerce américain aurait toujours tiré du canal de Panama de plus grands avantages que le commerce européen. D'autre part, l'existence de ce canal aurait singulièrement diminué l'importance que peut avoir, au point de vue militaire, pour les États-Unis, le canal du Nicaragua, même entièrement entre leurs mains comme le permet le traité Hay-Pauncefote. D'ailleurs, si l'Angleterre avait prêté son appui à une Compagnie d'achèvement du canal de Panama disposée à appliquer un tarif du genre de celui que nous avons indiqué, elle n'aurait évidemment pas abandonné aussi bénévolement les garanties de neutralité consacrées par le traité Clayton-Bulwer.

Il suffit, d'ailleurs, de se rappeler ce que nous avons dit au sujet des Compagnies de chemins de fer transcontinentaux pour comprendre qu'elles auraient employé toute leur influence pour empêcher la construction d'un deuxième canal interocéanique, entrepris en vue d'amener l'abaissement des tarifs du premier.

Quoi qu'il en soit, il est certain que l'Europe a fait preuve, vis-à-vis

du canal de Panama, d'une indifférence dont elle ne tardera pas à subir les conséquences. Elle n'a pas su voir que ce canal allait favoriser merveilleusement l'expansion nord-américaine et elle n'a fait aucune tentative pour en atténuer les effets. Sans doute il ne pouvait être question d'empêcher l'ouverture de cette voie, mais puisque la Compagnie privée qui l'avait étourdiment entreprise était tombée en déconfiture, l'intérêt des puissances maritimes européennes aurait été d'en favoriser le relèvement par une garantie d'intérêt du nouveau capital et de lui imposer un tarif proportionnel, à la fois plus rémunérateur pour le canal et plus équitable pour le commerce.

Cette idée d'un syndicat d'États intervenant dans la constitution ou la garantie d'intérêt du capital nécessaire à la construction d'un canal interocéanique avait déjà été émise au Congrès de 1879; mais, si elle a été souvent formulée, aucun auteur, à notre connaissance du moins, ne lui a donné une forme précise. Il aurait appartenu au Gouvernement français de prendre l'initiative de la faire aboutir, puisque en même temps que les intérêts généraux de l'Europe elle aurait été de nature à sauvegarder en partie l'épargne de ses nationaux. Malheureusement, les scandaleux et bruyants procès de 1892-1893 jetèrent sur cette affaire de Panama un tel discrédit qu'aucun homme d'État français n'osa prendre une pareille initiative.

N'était-ce pas, d'ailleurs, à la Compagnie nouvelle, constituée en octobre 1894 et devenue maîtresse de la concession, à chercher une combinaison de ce genre pour se procurer le capital nécessaire à l'achèvement du canal?

Quoi qu'il en soit, il est regrettable qu'elle n'ait pas su mettre en œuvre une solution qui, tout en sauvegardant le plus possible l'épargne française, aurait en même temps protégé l'entreprise contre les convoitises des États-Unis, et l'aurait conservée, sinon à la France seule, du moins aux grandes puissances maritimes européennes.

A. DUMAS,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

MÉCANIQUE

EXPÉRIENCES SUR LE RENDEMENT

des roulements à billes.

La faveur que rencontrent aujourd'hui les roulements à billes dans certaines branches de la mécanique, surtout dans l'industrie des cycles et automobiles, donne une importance de plus en plus grande à la connaissance exacte du rendement que l'on peut obtenir avec ces organes, suivant la vitesse, les diamètres de l'arbre et des billes, la forme des rainures ou cuvettes à billes, etc.

Nous empruntons à une série d'expériences faites par M. Ch. Gégauff, Ingénieur à la Société Alsacienne de Constructions Mécaniques, et dont il a récemment rendu compte dans une conférence à la Société Industrielle de Mulhouse, les renseignements suivants qui appellent l'attention sur l'utilité de calculer judicieusement tous les éléments d'un palier à billes. Disons d'abord que, dans les cas les plus favorables, la puissance absorbée peut descendre à moins de 4 % de celle qu'absorbe un palier ordinaire à coussinets de bronze bien lubrifiés.

MÉTHODE D'EXPÉRIMENTATION. — M. Gégauff a imaginé de mesurer directement la tendance qu'a le palier à tourner avec l'arbre, c'est-à-dire de mesurer le *moment* qui, appliqué au palier rendu libre, suffit à l'empêcher d'être entraîné par l'arbre. Ce moment est évidemment égal et de signe contraire à celui de la force de frottement qui agit à la périphérie de l'arbre.

Il a donc utilisé comme palier une large poulie folle A, montée sur billes (fig. 1), autour de laquelle s'enroule un ruban d'acier B extrêmement mince et flexible, portant deux poids égaux qui chargent le palier d'un poids variable à volonté. Une légère surcharge P, sur le poids qui tend à monter par suite de l'entraînement de la poulie, sert à maintenir l'équilibre. Le moment de la force de frottement est donc représenté par PR et le travail absorbé par tour, $T = 2\pi RP$. On répète l'essai dans les deux sens de rotation et on prend la moyenne.

La portée de l'arbre est tournée exactement au même diamètre que le cercle tangent intérieurement au collier de billes.

La figure 2 montre le dispositif, remplissant le même but, adopté

pour les fortes charges. C'est une bascule munie d'un fléau C qui transmet par ses couteaux extrêmes des efforts égaux sur les deux brins du ruban. L'équilibre est indiqué par la position de l'index entre les butoirs qui limitent les oscillations du fléau.

En répétant l'essai avec différentes conditions de vitesses, de diamètres, de charges, etc., M. Gégauff a fait les observations suivantes :

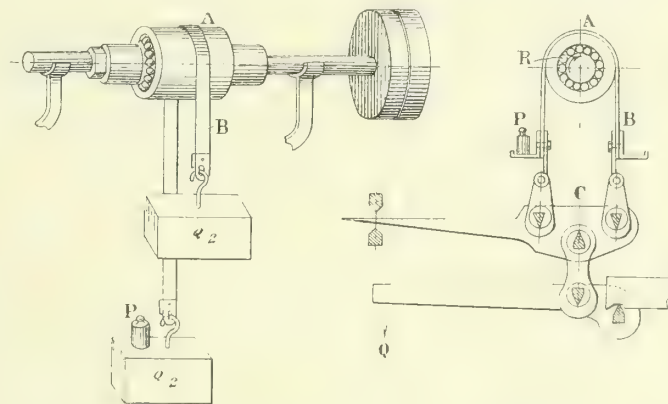


FIG. 1 et 2. — Schéma du dispositif des expériences.

I. *Roulements à billes à contact double.* — Ce premier type (fig. 3 et 4), où chaque bille ne porte, à un instant donné, que par deux points diamétralement opposés, donne les meilleurs résultats; le coefficient d'absorption peut s'abaisser jusqu'à 0,15 %.

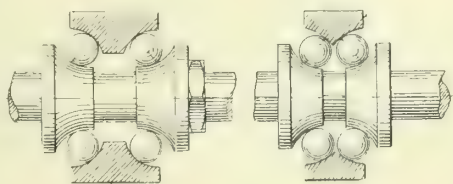


FIG. 3 et 4. — Roulements à billes de la première catégorie.

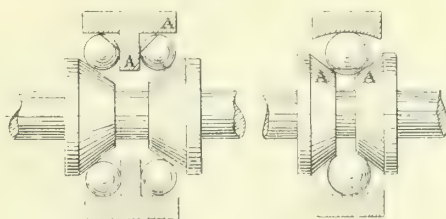


FIG. 5 et 6. — Roulements à billes de la deuxième catégorie.

ronnes de billes peut varier dans les plus grandes limites sans inconvénient.

II. *Roulements à contact triple.* — Ici (fig. 5 et 6) chaque bille s'appuie par deux points sur l'une des rainures et par un point sur l'autre; le rendement est sensiblement inférieur, par suite du glissement qui

vient s'ajouter au roulement. On s'en rendra compte à l'examen de la figure 7, où sont indiquées en BB' et DD' les surfaces de contact, très petites d'ailleurs, de la bille avec la rainure. Dans le mouvement relatif des deux pièces, la rotation se faisant autour d'un axe instantané

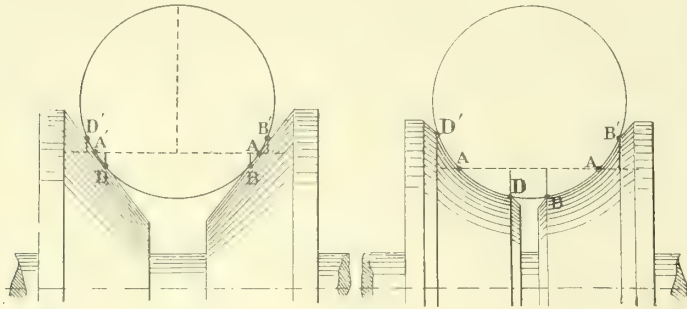


FIG. 7 et 8. — Usure des roulements par suite du glissement des billes.

tel que AA', les points en contact avec la rainure, autres que A et A', subiront un frottement qui sera maximum pour les plus éloignés de l'axe, c'est-à-dire pour B, B', D et D'. Il s'ensuit que la bille, généralement plus dure, use la rainure jusqu'à finir par épouser son profil (fig. 8); le frottement et, par suite, la puissance absorbée par le palier, est alors maximum, toutes choses égales d'ailleurs.

En général, pour cette catégorie de roulements, on peut dire que la puissance absorbée varie du double au quadruple de celle correspondant aux roulements du premier type.

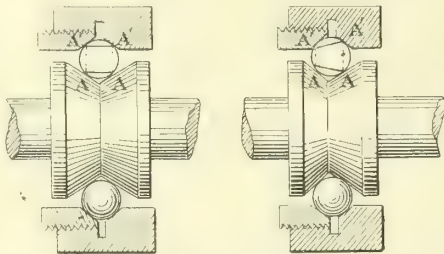


FIG. 9 et 10. — Roulements à billes de la troisième catégorie.

III. Roulements à contact quadruple. —

Dans ce cas (fig. 9 et 10), on peut distinguer le profil de la figure 9, où les quatre points de contact sont symétriques et travaillent symétriquement, les deux cônes qui constituent chaque rainure ayant même angle au sommet. La puissance absorbée est alors de quatre à dix fois celle correspondant au premier type, suivant l'inclinaison et l'usure des rainures.

Enfin, dans le cas de la figure 10, où les points de contact ne travaillent pas symétriquement, par suite des inclinaisons inégales des côtés d'une rainure (c'est-à-dire que les lignes joignant les quatre points de contact ne forment pas un rectangle) on comprend que dans la rotation autour de l'axe instantané AA' le roulement de l'un des points A' sera compliqué d'un glissement sur la rainure, d'où un frottement considérable qui peut être de même importance que celui d'un coussinet ordinaire.

INFLUENCE DU DIAMÈTRE DES BILLES. —

L'expérience a nettement montré qu'à un arbre donné, de diamètre D, correspondait, toutes choses égales d'ailleurs, un certain diamètre optimum des billes. M. Gégauff propose la formule :

$$d \text{ (en millimètres)} = \frac{D}{7} + 2, \text{ qui résume ses observations.}$$

INFLUENCE DE LA VITESSE. — La figure 11 résume les observations relatives à ce point, en donnant les puissances absorbées, toutes choses

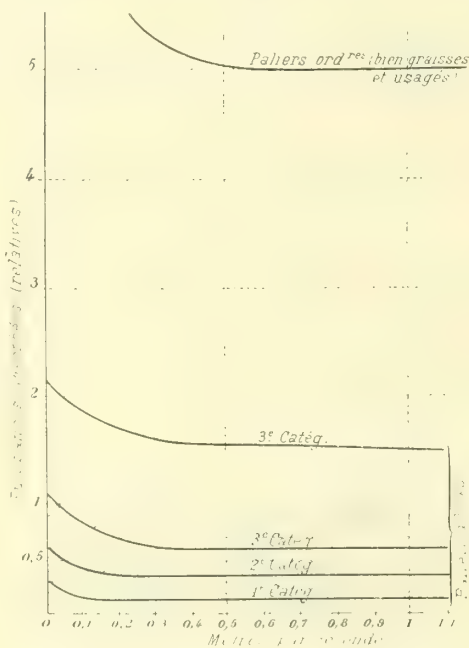


FIG. 11. — Diagramme des puissances absorbées par les différentes catégories de roulements.

égales d'ailleurs, en fonction des vitesses tangentielles de l'arbre, pour un palier de chaque type, aux diverses vitesses. Une fois le frottement au départ vaincu, et la vitesse tangentielle devenue supérieure à 0m30 ou 0m40, l'influence de cette vitesse reste pour ainsi dire nulle.

Remarquons toutefois qu'aux très grandes vitesses la force centrifuge, appliquant les billes énergiquement sur la rainure extérieure, donne lieu à une charge qui entraîne un supplément sensible de frottement; on arrive même à ce que les billes, ne pouvant plus suivre leur axe dans sa rotation, glissent simplement autour de lui, d'où une usure rapide et un frottement semblable à celui d'un coussinet ordinaire.

On peut alors employer avantageusement un nombre réduit de billes, maintenues également espacées au moyen d'un anneau léger a (fig. 12) percé de trous dans lesquels ces billes s'encastrent. L'importance de la force centrifuge est dans ce cas diminuée dans la même proportion que le nombre des billes.

INFLUENCE DU LUBRIFIANT. — Un palier à billes n'absorbe pas une puissance sensiblement plus grande, qu'il soit sec ou huilé, la petitesse des surfaces en contact ne permettant pas à l'huile de séjourner entre elles. Le rôle de l'huile, dont l'emploi reste néanmoins indispensable, est d'absorber les poussières qui se trouvent dans le roulement, et de faciliter leur expulsion des rainures où elles produiraient une usure rapide. L'observation ci-dessus montre que le frottement mutuel des billes est de peu d'importance, puisque la lubrification n'augmente pas le rendement du palier.

CHARGE MAXIMUM D'UN PALIER A BILLES. — On conçoit qu'au delà d'une certaine charge limite sur les billes, il se produit une usure rapide, et que plus la vitesse est grande, moins on peut charger ces billes. M. Gégauff propose la formule empirique suivante: $C(V + 0m5) = 20$. C est le quotient de la charge totale par le diamètre de l'arbre, en centimètres; V la vitesse périphérique de l'arbre, en mètres par seconde.

Le tableau ci-dessous, calculé d'après cette formule, donne immédiatement pour différentes vitesses et diamètres les charges maxima correspondantes, pour l'ensemble d'un collier de billes :

VITESSES — (Tours par minute)	DIAMÈTRES LES PLUS FAVORABLES DES BILLES							
	3mm 2 (1/8 pouce)	4mm 8 (3/16 pouce)	6mm 4 (1/4 pouce)	9mm 5 (3/8 pouce)	12mm 7 (1/2 pouce)	15mm 8 (5/8 pouce)	24mm 0 (15/16 pouce)	44mm 4 (7/4 pouce)
	DIAMÈTRES DE L'ARBRE, EN CENTIMÈTRES							
	1 cm.	2 cm.	3 cm.	5 cm.	7 cm.	10 cm.	15 cm.	30 cm.
Charges en kilogrammes sur une couronne de billes.								
60	38	71	100	152	200	250	340	420
120	36	64	86	124	150	180	210	250
300	31	49	62	78	88	96	107	120
600	25	36	42	48	53	56	58	61
1 200	18	23	25	28	29	29,5	30	31
2 400	14,5	13	14	15	15	15,4	15,6	16
4 800	6,5	7,3	7,5	7,7	7,8	7,9	7,9	8
9 600	3,6	3,8	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	4

Il convient donc de multiplier au besoin le nombre des couronnes de billes, de façon à ne pas dépasser les charges unitaires données par ce tableau.

On pourra, par exemple, employer un palier à quatre couronnes, comme celui de la figure 13. Le cône A est fixé sur l'arbre, le cône

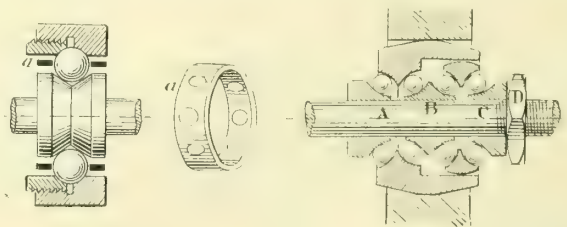


FIG. 12.
Roulement à billes espacées.

FIG. 13. — Schéma d'un palier à quatre couronnes de billes.

double B est fou, et le cône C, fileté et muni d'un contre-écrou D, sert à régler l'ensemble sans jeu ni frottement. Les cuvettes sont fixées au bâti de la machine et centrées bien exactement. Un dispositif de ce genre peut être indispensable pour des roues d'automobiles lourdement chargées et tournant à grande vitesse.

A. C.

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

FABRIQUE DE CIMENT DE POBLA-DE-LILLET (ESPAGNE).

La nécessité de diminuer les frais de manutention des matières mises en œuvre, lorsque les masses à déplacer sont considérables et

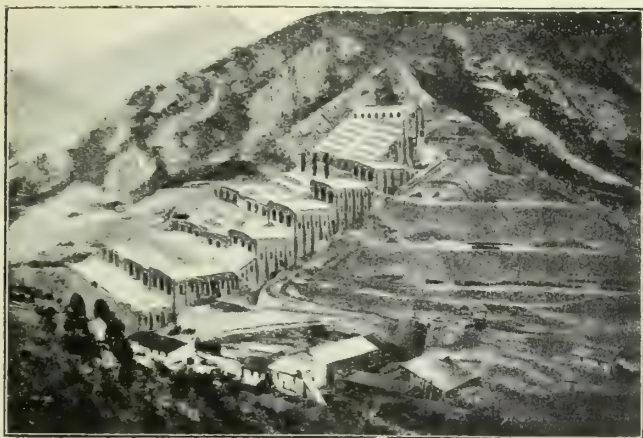


FIG. 1. — Vue d'ensemble de la fabrique de ciment de Poble de Lilet.

de peu de valeur, conduit souvent à utiliser la gravité pour transporter ces masses, toutes les fois que cela est possible. C'est le cas des usines à ciment. A cet effet, on les élève sur un terrain à forte pente, à flanc de coteau, au-dessous des carrières d'extraction des pierres à ciment, et on dispose les divers ateliers, par lesquels doivent successivement passer les produits, les uns au-dessous des autres, de façon qu'ils n'aient jamais à remonter la pente au cours des diverses opérations du traitement.

A ce point de vue, l'usine à ciment de Portland de la « Compañia General de Asfaltos y Portland », établie près de Poble de Lilet, dans les Pyrénées espagnoles (Catalogne), à 36 kilom. de Barcelone, est tout à fait typique. Cette usine est située au pied des derniers contreforts des Pyrénées, au centre d'un district qui lui fournit très facilement les matières premières dont elle a besoin. De plus, une rivière, la Llobregat, dont les sources sont à 300 mètres au-dessus de l'usine, et dont le débit varie de 300 à 1 200 litres par seconde, lui procure une force motrice économique. La conduite d'amenée, depuis le réservoir de prise d'eau jusqu'au point le plus bas de l'usine, où cette eau est utilisée, a une longueur de 4 550 mètres.

Comme le montre la figure 1, les divers bâtiments sont établis à flanc de coteau, et communiquent tous directement entre eux ⁽¹⁾. Les carrières sont situées au-dessus de l'étage le plus élevé, et la voie ferrée, par laquelle les produits finis sont enlevés, passe au pied de la colline. C'est par cette dernière qu'arrive le charbon de terre, qui est remonté aux fours par un plan incliné latéral X (fig. 3).

(1) Cette photographie a été prise avant la construction des cheminées.

La carrière de pierre argileuse est située un peu au-dessus de l'usine; l'argile est amenée directement par brouettage. Le calcaire vient d'une carrière située à 500 mètres; il est amené par wagonnets descendant un plan incliné et remontés à vide par des mules. La mine à charbon, qui est à 4 kilom., est raccordée à l'usine par voie ferrée.

La méthode de fabrication employée est celle dite par voie sèche. Les pierres calcaires pesées et mêlées d'argile en proportion convenable, arrivent à l'étage 1 (fig. 2 et 3), où elles sont séchées, puis concassées par un broyeur vertical Allis-Chalmers, placé à l'étage 2, qui les envoie à un broyeur à cylindres; puis elles sont séchées à nouveau, déversées dans un broyeur à boulets, et finalement dans les tubes broyeurs qui les réduisent en poudre fine. Cette poudre, qui constitue un mélange dosé, est déposée dans les trois trémies-réservoirs dont chacune alimente un four rotatif. Ces divers appareils et leurs moteurs occupent les étages 3 à 10.

Les fours, du type ordinaire des fours rotatifs continus ⁽¹⁾, ont 18 mètres de longueur; ils utilisent comme combustible le poussier de charbon, qui est injecté, mélangé d'air chaud, par des brûleurs spéciaux. A la base des fours sont des refroidisseurs, recevant les produits calcinés chauds, à travers lesquels on fait circuler un courant d'air froid fourni par un ventilateur. C'est l'air chaud sortant de ces refroidisseurs qui est envoyé dans les brûleurs.

Les pierres calcinées refroidies sont reprises par un élévateur qui les renvoie dans une série de broyeurs et de pulvérisateurs, lesquels se déversent dans de grandes trémies, d'où les transporteurs à vis envoient le ciment à l'atelier d'ensachage et d'embarillage.

A côté de ces bâtiments principaux, se trouvent une série d'ateliers également étagés, et séparés des précédents par un mur épais; dans les plus élevés de ces ateliers, qui correspondent aux étages 5, 7 et 9, on fait le broyage et la pulvérisation du charbon qui, parfaitement desséché, est distribué mécaniquement aux brûleurs.

Les étages inférieurs 12, 13 et 14, de cette rangée sont occupés par le compresseur d'air fournissant la force motrice aux perforatrices

de la carrière, les dynamos, les laboratoires et les magasins.

Le plan incliné à charbons est prolongé au-delà de l'étage 5 jusqu'à l'étage 1, pour amener le combustible au séchoir à calcaire.

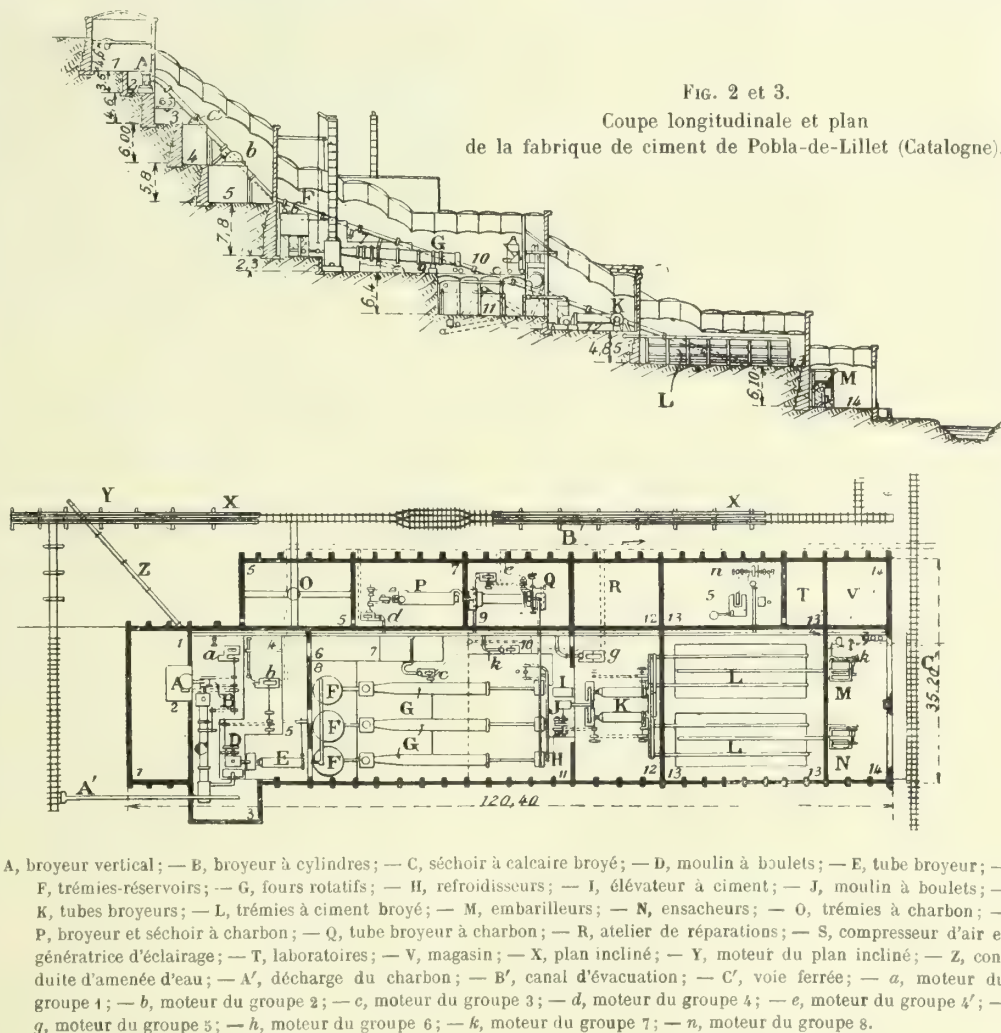
Toutes les machines de cette installation sont réparties en groupes, desservis chacun par une roue Pelton, alimentée par la conduite d'eau sous pression. Cette conduite, en acier, est faite de tronçons de 6 mètres, assemblés par des brides avec des garnitures en caoutchouc. Le diamètre des sections est, suivant les altitudes, de 71, 66 et 46 centimètres. Toutes ces roues Pelton sont, soit à un, soit à deux ajutages, et leur puissance varie de 35 à 550 chevaux. L'ensemble de la force motrice hydraulique utilisée dans cette usine est, d'après l'Engineering Magazine (de décembre 1904) de

2 000 chevaux environ; on y produit 725 hectolitres de ciment par jour.

La moitié seulement des bâtiments prévus a été construite, l'autre moitié, identique à celle qui vient d'être décrite, sera accolée parallèlement à celle-ci, et permettra de doubler la production.

F. H.

(1) Voir le Génie Civil, t. XLIV, n° 4, p. 56; n° 5, p. 68, et n° 6, p. 88.



ÉLECTROCHIMIE

MÉTALLISATION ET GALVANOPLASTIE ARTISTIQUE

des feuilles et des fleurs.

La plupart des galvanoplastes se sont amusés à recouvrir de métal des feuilles et des fleurs ; on obtient ainsi, avec du goût et de l'habileté, des pièces dont l'effet ornemental est considérable.

On sait que le métal, à l'état de sel en dissolution dans le bain galvanique, n'est transporté régulièrement sur l'objet placé à la cathode qu'à la stricte condition que celui-ci soit conducteur du courant. On doit donc recourir, pour rendre conductrices les plantes et les fleurs, à des artifices variés, consistant à les métalliser superficiellement. La métallisation doit être produite avec un corps aussi bon conducteur que possible, susceptible d'être étendu sur toute la surface sans y produire ni reliefs ni empâtements des contours de l'objet : il doit, enfin, être aussi adhérent que possible et recouvrir l'objet à traiter d'une couche absolument continue.

Les galvanoplastes opèrent, suivant les cas, par voie sèche ou par voie humide. Par voie sèche, ils se servent de plombagine, ou, parfois de fer réduit, amené à l'état de poussière impalpable. Par voie humide, ils ont recours à l'argent réduit. Préparant une solution de nitrate d'argent dans l'eau, l'alcool ou l'ammoniaque, on réduit le sel métallique par exposition à la vapeur d'une solution concentrée de phosphore dans le sulfure de carbone, par exemple, ou d'une solution aqueuse de sulfure de potassium ou simplement par exposition aux vapeurs d'acide sulfhydrique. Le diélectrique se recouvre ainsi d'une couche conductrice de phosphore ou de sulfure d'argent, et d'argent métallique.

Comme on le conçoit, pour les objets délicats et fragiles que sont les fleurs et les feuilles, les procédés de mise en œuvre pour les rendre conducteurs doivent être minutieusement appliqués, et l'opération est une des plus difficiles que comporte la galvanoplastie. Elle a tenté un grand nombre de chercheurs dont les travaux n'ont pu pourtant l'amener au degré de perfection nécessaire pour la rendre réellement industrielle. L'un des plus curieux parmi les procédés proposés est certainement celui qu'indique M. Petit et que nous résumons ici sans aucun commentaire.

Il faut préparer d'abord, dit-il, un liquide albumineux en lavant dans l'eau pure des colimaçons et des limaces pour les débarrasser de toutes les matières terreuses et calcaires, et en les plaçant ensuite dans un vase où ils sont recouverts, à affleurement, d'eau distillée. Ces animaux, au bout de quelque temps, ont abandonné toute leur matière albumineuse. Le liquide, ainsi chargé d'albumine, est filtré et porté à l'ébullition pendant une heure. On ajoute, après refroidissement, assez d'eau distillée pour remplacer l'eau perdue par ébullition, et l'on y fait dissoudre environ 3 % de nitrate d'argent. Le liquide est mis dans des bouteilles hermétiquement closes et tenues dans l'obscurité. Pour employer cette préparation sur les objets, on en prend 30 grammes environ qu'on ajoute à 100 centimètres cubes d'eau distillée. On y plonge les objets pendant quelques instants, avant de les porter dans un bain formé d'eau distillée contenant 20 % de son poids de nitrate d'argent. Après dessiccation, on expose aux vapeurs d'hydrogène sulfuré : le nitrate d'argent retenu au sein de la pellicule albumineuse est transformé en sulfure d'argent, corps bon conducteur. L'objet est ainsi métallisé ; il ne reste qu'à le porter au bain galvanoplastique pour recevoir le dépôt du métal dont on veut le recouvrir définitivement.

A ces procédés incertains, un autre vient d'être récemment substitué, qui, accompagné de toute une série de tours de main accessoires constituant, d'ailleurs, autant de secrets de fabrication, a permis de donner une solution réellement industrielle de la fabrication galvanoplastique des objets d'art et des motifs ornementaux. Ces procédés sont la propriété de la Société des Cuivres d'Art, dont les usines sont situées à Bordeaux et à Bruxelles.

Les feuilles à consistance ligneuse (lierre, platane, etc.) sont les plus faciles à métalliser, parce que leurs tissus résistants leur permettent de subir sans déformation les diverses opérations nécessaires ; les feuilles herbacées délicates sont, au contraire, à peu près incapables de les supporter, et ceci est plus vrai encore pour la plupart des fleurs dont les pétales se flétrissent rapidement. La fleur d'iris, par exemple, ou les feuilles très aqueuses de l'arum et du nénuphar ont besoin de subir un premier traitement ayant pour but de les durcir et de les empêcher de se pencher rapidement sur leur tige. Utilisant pour cela les lois de l'osmose et de la capillarité végétale, on plonge les tiges garnies de leurs feuilles et de leurs fleurs dans une solution de gélatine d'abord, de formaldéhyde ensuite, qui, montant par capillarité dans les vaisseaux, s'y rencontrent et y réagissent : le formol durcit la gélatine, et le rameau entier prend une consistance semi-ligneuse en même temps qu'il est garanti de l'évaporation rapide qui est la cause du flétrissement.

Les tissus végétaux sont recouverts à leur surface d'une matière cireuse, qui, en sa qualité de corps gras, empêcherait toute métalli-

sation directe par voie humide. On obvie à cet inconvénient en débarrassant les feuilles ou les fleurs à métalliser de leur enduit cireux, soit par lavage dans un mélange par parties égales de chloroforme, d'éther sulfurique et d'alcool, soit en les trempant dans une solution bitumineuse formée de benzol cristallisable, 100 centimètres cubes, et de bitume de Judée, 15 grammes, soit en métallisant par une solution de nitrate d'argent dans l'ammoniaque, et en transformant le sel d'argent en sulfure par l'action du sulfure potassique.

La Société des Cuivres d'Art métallise directement les objets en les plaçant dans une enceinte close où arrivent concurremment des vapeurs de sels métalliques (bromures et iodures) et des vapeurs réductrices en proportions définies de façon à produire une réaction immédiate et définitive.

Pour la métallisation d'objets moins fragiles que les fleurs, la Société utilise un procédé par voie humide qui donne aussi une métallisation rapide et une grande adhérence à la couche conductrice.

Les objets rendus conducteurs sont placés comme cathodes dans un bain galvanique qui contient en outre de la gélatine, destinée à donner au dépôt plus de finesse et moins de porosité. En fermant le circuit (dans lequel est intercalé un rhéostat permettant d'interposer des résistances variées) on envoie un courant de 4 à 4,5 ampères par décimètre carré de surface cathodique ; sous l'action de ce courant intense, une couche mince de cuivre est rapidement déposée. La pièce est alors retirée, lavée à l'eau, puis remise au bain ; le courant est rétabli et maintenu à raison de 0,02 à 0,04 ampères par décimètre carré seulement. Pendant la durée totale de l'opération, qui est variable suivant la surface cathodique et l'épaisseur de la couche métallique à déposer, les pièces sont retirées deux fois, et lavées sous courant d'eau assez rapide. On évite de la sorte la formation de ces granulations d'aspect fâcheux qui se présentent souvent quand on opère sans précautions.

La galvanisation proprement dite une fois achevée, les pièces sont retirées du bain, et déposées dans des paniers qu'on immerge dans l'eau courante. Elles y restent six heures, et sont ainsi complètement débarrassées des traces d'acide qui pourraient causer une oxydation ultérieure. Elles sont ensuite portées dans la salle de séchage où fonctionnent des ventilateurs électriques, puis essuyées avec des chiffons de fil, et passent enfin à la vérification. Les pièces défectueuses sont brisées et leurs fragments enfermés dans des vases cylindriques en terre poreuse qui servent d'anodes dans les bains galvaniques.

Quant aux pièces reçues, les unes sont livrées au commerce à l'état brut, et vendues à raison de 12 à 18 francs le kilogramme aux fabricants d'appareils d'éclairage qui les emploient à la décoration de lustres ou d'appliques, ou aux fabricants d'objets ornementaux qui les utilisent au gré de leur fantaisie. Elles peuvent être, sans aucune difficulté, brasées sur tous les points de leur surface, ce qui permet leur emploi pour les usages les plus variés de l'art décoratif. Beau-coup de couronnes funéraires en bronze, de palmes ou gerbes métallisées sont faites avec des feuilles naturelles galvanisées.

D'autres feuilles sont patinées à l'usine et vendues isolément comme baguiers, cendriers, vide-poches, etc. Le reste, enfin, sert, à l'usine même, au montage de vases ornés, de glaces, de cadres, etc.

Les feuilles destinées à la fabrication de cendriers ou de baguiers, sont généralement celles du lierre, du platane ou de la vigne. Placées sur une plaque métallique mince modérément chauffée, elles reçoivent une forme ornementale appropriée. Elles vont ensuite au patinage sans polissage préalable : en opérant ainsi, l'action trop brutale des gratte-bosses ne risque pas d'enlever les délicatesses de la surface.

Les bains de patinage ne présentent rien de spécial : ce sont ceux dont se servent tous les fabricants d'objets d'art en métal et tous les bronziers. Nous en signalerons cependant un qui est désigné à l'usine sous le nom de bain d'iris, et qui constitue une mise en pratique industrielle de travaux théoriques récents sur l'irichromatisation.

Les couleurs sont de deux ordres : pigmentaires ou interférentielles. Les premières sont dues à l'action de particules ténues, juxtaposées de façon à former une couche continue, et qui, sous l'action du rayon lumineux, se révèlent à la rétine comme douées de colorations particulières à chacune d'elles. Ce sont, à justement parler, les couleurs proprement dites.

L'apparence des autres est due aux interférences complexes se produisant dans des lames minces ; leur théorie est bien connue.

Pour l'application dont nous venons de parler, on prépare un bain contenant, en proportions définies, de l'eau distillée, de la potasse, caustique, des sels de plomb et d'antimoine, des oxydes de cobalt et de cuivre, et des composés organométalliques. Le bain, une fois fait, est ramené par ébullition à un degré de concentration convenable, puis filtré sur du coton de verre. L'objet à patiner y est alors immergé comme anode. La cathode est constituée par un alliage des composés métalliques et organométalliques du bain.

L'anode étant fixée, l'opérateur tient à la main la cathode, qui a la forme d'une baguette terminée par une pointe effilée, et l'approche de la surface du corps.

Au bout de quelques secondes, il commence à se déposer sur celui-ci une lame mince, qui est faite d'un mélange des oxydes et sels métalliques électrolysés : une coloration claire uniforme apparaît. Le tour de main consiste alors à approcher ou à éloigner plus ou moins la cathode de façon à déterminer la production de couleurs variées, d'une extrême complexité, qui, dégradées et fondues, donnent, sur fond chatoyant, des nuances très délicates. A cause de sa minceur même, chacune des lames minces déposées est diaphane ; probablement aussi chacune est séparée de la suivante par une lame de liquide constituant un milieu trouble ; à travers l'ensemble du système, la marche des rayons lumineux doit être la même qu'à travers le système chromophore des plumes des oiseaux. Quoi qu'il en soit de la théorie du phénomène, l'irichromatisation produite est très



Vases métallisés et décorés de feuillages.

variée et très belle : les nuances innombrables qu'elle comporte sont à la disposition de l'opérateur en raison de son habileté manuelle.

Une autre application intéressante consiste dans la préparation des rameaux ornementaux destinés à décorer des vases, des cadres, des glaces, des meubles divers. Prenant, par exemple, une branche de lierre, on la métallise, après lui avoir donné la forme voulue, puis on la galvanise. Après lavage, cette branche est prête à fournir le motif d'une ornementation. Feuilles et fleurs étant brasables sur tous les points de leur surface, rien n'est plus aisé que de les disposer d'une façon artistique sur leurs supports.

La Société des Cuivres d'Art prépare elle-même, par métallisation et galvanisation de vases en terre-cuite, de plâtres, de bois sculptés, qu'elle patine ou qu'elle irise ensuite, des objets d'art dont l'aspect est ensuite rehaussé par l'ornementation florale dont nous venons de parler.

C'est là une branche d'industrie dont les ressources sont nombreuses étant données les multiples applications que l'on peut trouver à ces procédés, et qui, sans doute, se développera rapidement.

Francis MARRE.

VARIÉTÉS

Moyeu, système Peugeot, pour bicyclette à rétropédalage (1).

Au Salon du Cycle de décembre 1904, la maison Peugeot avait exposé un moyeu rétro-direct qu'elle vient de mettre dans le commerce après essais concluants.

Ce moyeu se compose de deux pignons dentés A et B, montés : le premier, A, solidement au pignon de chaîne E ; le deuxième, B, monté à billes sur l'axe même du moyeu, mais devenant fixe sur

l'axe dans la marche en pédalage rétro. Sur deux oreilles a et b du moyeu est monté un axe F avec cône de réglage G, sur lequel roulent fous deux pignons dentés solidaires C et D.

Le pignon de chaîne E est monté à roue libre dans le moyeu O par les demi-lunes h qui rendent ce pignon solidaire du moyeu dans le pédalage normal en avant.

L'axe H du moyeu O porte à son extrémité gauche un carré I sur lequel est fixé un levier J s'appuyant, au moyen d'un collier, au jambage arrière à gauche du cadre.

Dans le pédalage en avant qui donne la grande vitesse, le pignon de chaîne vient s'enclencher dans le moyeu au moyen des demi-lunes h et force le moyeu à tourner à la même vitesse que le pignon de chaîne.

Les quatre dentures des pignons A, B, C, D, sont toujours en prise, mais ne tournent pas ; le pignon B tourne fou sur l'axe H.

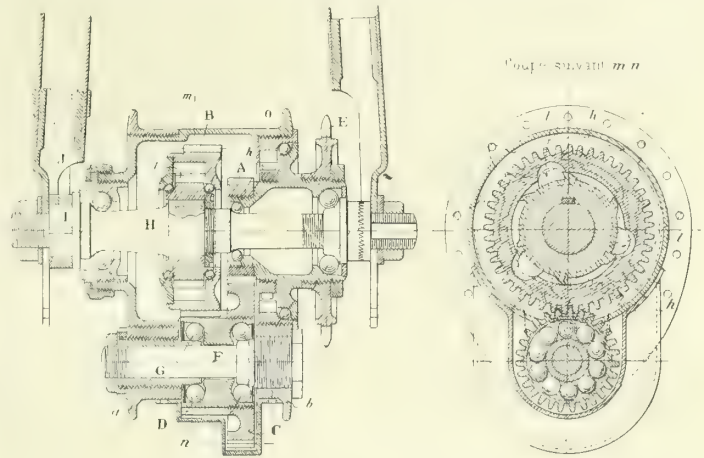


FIG. 1 et 2. — Coupes longitudinale et transversale du moyeu Peugeot à deux vitesses.

Dans le pédalage rétro, le pignon de chaîne se libère du moyeu, dont l'entraînement se fait par l'intermédiaire des quatre pignons, dont le dernier B s'immobilise sur l'axe H par les demi-lunes l. Cette transmission du mouvement par les pignons force donc le moyeu à tourner en avant à une vitesse moindre que le pignon de chaîne E.

Ce qui différencie ce moyeu à satellites de tous ceux que nous avons décrits, c'est sa robustesse, la bonne assise de toutes ses pièces. Ici, les satellites C et D sont montés sur un axe solidement supporté par ses deux extrémités et le tout est de dimensions assez fortes pour pouvoir résister à un dur travail. Le rapport des vitesses est de 6 à 3,35, ce qui est d'un bon choix pour les pays accidentés.

C. B.

Recherche des traces d'oxyde de carbone dans l'atmosphère.

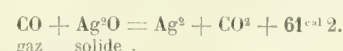
Les asphyxies par empoisonnement au moyen de l'oxyde de carbone ou du gaz d'éclairage, qui en contient quelquefois jusqu'à 13 %, quoique assez fréquentes, sont beaucoup moins nombreuses et beaucoup moins redoutables que l'intoxication lente que produit ce gaz quand il existe d'une façon permanente en très petites quantités dans l'atmosphère. C'est le cas d'un grand nombre de locaux industriels et des appartements chauffés par des poêles mobiles ou des calorifères à air chaud fonctionnant mal.

L'absence complète d'odeur du gaz oxyde de carbone exige le concours des opérations chimiques pour le reconnaître ; or, jusqu'ici, on n'a pas encore trouvé de méthode pratique, c'est-à-dire rapide, facile et précise, de déceler la présence de ce gaz dans l'air lorsqu'il s'y trouve en très petites quantités, soit pur, soit en mélange avec les gaz qui l'accompagnent souvent : acide carbonique s'il provient de la combustion du charbon, carbures d'hydrogène s'il provient du gaz d'éclairage, hydrogène sulfuré dans presque tous les cas.

Le procédé suivant, qui a fait l'objet d'une communication de M. Henri Dejust, présentée par M. Ditté à l'Académie des Sciences dans la séance du 8 mai, semble remplir les conditions exigées pour une pareille méthode de dosage.

M. Dejust, étudiant l'action réductrice de l'oxyde de carbone, a constaté qu'à la température ordinaire et à sec, il réduit l'oxyde d'argent. Cette constatation a été le point de départ du procédé de dosage qu'il décrit dans sa communication.

L'oxyde d'argent, dans les conditions précitées, est immédiatement ramené à l'état métallique, avec une élévation de température qui porte la masse vers 130 degrés :



Il est quelquefois nécessaire d'élever très légèrement, à 40 ou 50 degrés, la

(1) Voir pour les bicyclettes à rétropédalage le *Genie Civil*, t. XLV, n° 9, p. 141.

température de l'oxyde, en un point, pour fournir le travail préliminaire : une fois commencée, la réaction dure à peine quelques secondes en donnant naissance à de l'argent métallique blanc et à de l'acide carbonique absorbable par la potasse.

Cette propriété nouvelle semble particulière à l'oxyde d'argent.

En présence de l'eau, on obtient également une réduction, mais la température de la masse ne pouvant s'élever, la réduction de l'oxyde d'argent est très difficile et très lente. En dissolvant l'oxyde d'argent dans l'ammoniaque on obtient une liqueur incolore où la réduction par l'oxyde de carbone se fait au contraire avec une grande facilité; la dissolution brunit, puis noircit dès qu'elle est traversée par les premières bulles d'oxyde de carbone. On obtient également formation d'un dépôt d'argent métallique et d'une dissolution contenant entre autres de l'acide carbonique et de l'argent en suspension que l'on peut lui enlever par filtration à travers un papier à filtre très fin, soit mieux à travers une bougie Chamberland.

Cette réaction est suffisamment sensible pour qu'il soit possible de baser sur elle une méthode de recherche de l'oxyde de carbone, méthode approximative mais rapide. Cette méthode est particulièrement applicable au dosage de l'oxyde de carbone qui peut être actuellement mêlé à l'atmosphère.

Un entonnoir, d'une capacité de 20 centimètres cubes, se terminant par une douille effilée, est maintenu à quelques centimètres au-dessus d'un cristalliseur de même capacité.

L'effilure est assez fine pour que le réactif contenu dans l'entonnoir mette une heure pour s'écouler goutte à goutte dans le cristalliseur; le réactif offre ainsi, à l'atmosphère dans laquelle se trouve l'appareil, trois surfaces de contact : une première dans l'entonnoir, une deuxième dans le cristalliseur et une troisième à la surface de chaque goutte pendant qu'elle se forme et pendant qu'elle tombe.

Pour se servir de l'appareil, on verse 20 centimètres cubes environ de réactif dans l'entonnoir et on les laisse s'écouler goutte à goutte dans le cristalliseur. Une fois l'entonnoir vidé, on le remplit à nouveau, et par deux reprises, avec le réactif qui était passé dans le cristalliseur.

Il ne reste plus alors qu'à comparer la coloration qu'a prise le liquide, primitivement incolore, avec celles d'une échelle colorée qui accompagne l'appareil. Cette échelle comprend trois teintes correspondant respectivement à des dilutions de l'oxyde de carbone égales à $\frac{1}{1000}$, $\frac{1}{5000}$, $\frac{1}{10000}$. Cette dernière proportion est la plus faible généralement estimée toxique, et c'est là le seul point intéressant pour un appareil destiné, non pas à des recherches exactes, mais à permettre à toute personne, même peu familière avec les manipulations chimiques, de s'assurer de l'absence de l'oxyde de carbone dans l'atmosphère où elle vit.

C'est pour cette même raison qu'il ne faut pas exagérer l'importance de ce fait qu'il y a d'autres gaz que l'oxyde de carbone qui influencent le réactif : les deux gaz réducteurs qu'on a pratiquement à redouter sont l'acétylène et l'hydrogène sulfuré. Outre que leurs odeurs décèleront bien souvent leur présence, il est facile d'éliminer de l'atmosphère où l'on opère toute action pouvant produire l'un ou l'autre de ces deux cas.

L'appareil, le réactif et les quelques accessoires ont été réunis en une boîte que son petit volume (12 sur 16 centimètres) rend très facilement transportable.

Le régime actuel et futur des chemins de fer en Italie.

C'est le 1^{er} juillet prochain qu'expire le terme de vingt années, prévu pour le régime actuel des chemins de fer italiens et siciliens, qui appartiennent en grande partie à l'État, mais qui sont exploités par des Compagnies privées. Jusqu'en 1885, ce système n'avait consisté qu'en une série d'expériences et de combinaisons multiples : exploitation privée sur des lignes, soit privées, soit d'État, et réciproquement. Tout ce désordre n'était pas à l'avantage du public ni des finances de l'État, qui avait dû racheter des lignes en déconfiture, en construire d'autres (surtout dans le sud) d'intérêt électoral, et les exploiter à perte.

On en était donc arrivé, en 1885, à adopter complètement un système assez exceptionnel, l'exploitation privée d'un réseau d'État, par les soins de quatre Compagnies : les Chemins de fer méridionaux, ceux de l'Adriatique, de la Méditerranée, et les Chemins de fer siciliens. Les conventions étaient conclues pour soixante années, divisées en périodes de vingt ans. On ne s'attendait pas alors aux procès incessants qui ont eu lieu depuis entre l'État et les Compagnies, ni à la difficulté des relations entre ces diverses administrations. En effet, le contrôle de l'État s'est montré formaliste et procédurier, les moindres projets sont restés pendant des années sans réponse, et les accords définitifs se faisaient avec la plus grande difficulté, au détriment du service. Il est reconnu, d'ailleurs, que les tarifs italiens sont encore parmi les plus élevés de ceux d'Europe; de même, le service direct entre les grandes villes : Turin, Milan, Gênes, Venise, Florence, Rome, Naples, est fait par des trains trop lents et trop peu nombreux.

En outre, la situation des deux parties en présence imposait une comptabilité multiple : d'abord trois fonds de réserve pour les réparations de l'infrastructure, l'entretien de la superstructure et le renouvellement du matériel roulant, puis un fonds d'améliorations, destiné à pourvoir aux progrès des installations et à leur extension. La répartition des recettes brutes dans ces catégories de réserves suivait une loi compliquée, que la longue crise économique du royaume, survenue précisément en 1885, a complètement mise en défaut. C'est ainsi que le fonds d'améliorations, qui devrait, d'après les prévisions, avoir reçu 104 millions et demi jusqu'en 1899, n'avait alors reçu que 40 mil-

lions et demi. Les nouveaux réseaux avaient, d'ailleurs, repris les lignes de l'État, en 1885, en assez mauvais point, et la situation des finances publiques ne permit pas de les améliorer sérieusement.

L'insuffisance de matériel roulant est notoire, et le port de Gênes en particulier en a souffert à maintes reprises. Beaucoup de lignes importantes n'ont qu'une voie, comme celle de Vintimille-Gênes-la Spezia, d'exploitation difficile en raison de son trafic élevé. Les gares les plus importantes sont d'un type ancien et incommode.

En réalité, on voyage relativement peu en Italie : 68 kilom. environ annuellement par habitant (au lieu de 409 en Prusse, par exemple); ceci tient, d'une part, à la pauvreté de beaucoup de régions, d'autre part, à la crainte des Compagnies d'être débordées, et de voir les lignes à faible trafic passer dans la catégorie supérieure, où le partage des recettes se fait sur une base moins avantageuse pour elles. Les coefficients d'exploitation, dans ces dernières années, étaient de 65 % sur le réseau de l'Adriatique et 70 % sur celui de la Méditerranée, et souvent l'augmentation des recettes brutes n'a pas amené leur diminution, de sorte qu'alors l'accroissement de trafic et de recettes correspondait à une diminution de dividendes.

L'État n'y a pas gagné davantage, car une Commission nommée pour étudier la réorganisation des chemins de fer a estimé qu'il avait engagé 4 800 millions ne rapportant que 0,81 %.

Aussi ne trouve-t-on plus aujourd'hui de défenseurs du régime actuel, et l'on en revient à l'exploitation directe par l'État, qui n'est pas sans difficultés, ni sans périls, car, comme le fait remarquer M. Kahn (1), le caractère italien n'est pas bien doué pour l'organisation et la subordination régulière. Les exemples des chantiers de constructions navales et autres, actuellement sous sa direction, le prouvent bien; les revendications du personnel, les nécessités urgentes de remise en état du matériel et de certaines lignes vont lui imposer de gros sacrifices. On fait valoir, d'un autre côté, que cette ligne de conduite est inévitable, que l'État sera maître chez lui, qu'il ne saurait abandonner le monopole d'une entreprise publique aussi essentielle; et il semble que l'opinion soit sérieusement disposée à le soutenir dans cette voie de la reprise de l'exploitation sur des bases nouvelles.

La Chambre italienne vient d'ailleurs de s'engager définitivement dans ce sens, en votant, le 18 avril, à une grosse majorité, le principe de l'exploitation par l'État et en commençant aussitôt à discuter le projet de loi qui en réglera les détails.

Appareil avertisseur de température.

Il peut être intéressant pour certaines fabrications industrielles, dans des fours spéciaux par exemple, de ne pas s'écarter d'une température déterminée, soit en plus, soit en moins. L'appareil représenté par les figures ci-dessous, empruntées à l'*Engineering*, du 10 mars, per-

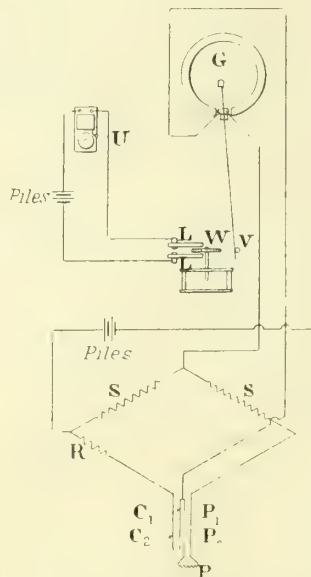


FIG. 1. — Schéma d'ensemble de l'appareil avertisseur.

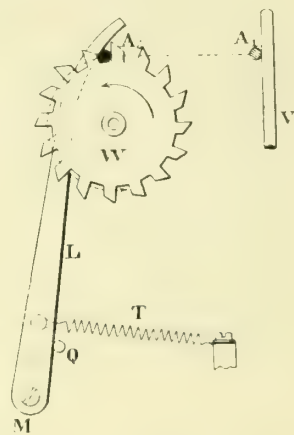


FIG. 2. — Détail des pièces de contact.

met d'obtenir ce résultat en signalant le moment précis où la température fixée est franchie.

Il comprend (fig. 1) un thermomètre à résistance électrique P composé d'un fil de platine enroulé autour d'un support en mica et enfermé dans un tube. Ce tube est placé dans le four dont on veut

(1) Dans une étude publiée par la *Zeit. des Ver. deutsch. Eisenbahn.*, du 15 février.

surveiller la température. Il est intercalé, comme le montre la figure 1, sur l'une des branches d'un pont de Wheatstone.

Les fils P_1 , P_2 et C_1 , C_2 , qui ont des dimensions identiques, sont réunis en un seul câble et par suite toujours soumis aux mêmes températures. Ils ont donc toujours des résistances égales, ce qui permet de placer le thermomètre à l'endroit le plus convenable du four.

La boîte de résistances R est graduée en degrés de température, ce qui permet de donner immédiatement la résistance convenant à la température limite fixée.

Le galvanomètre G n'est traversé par aucun courant quand les résistances sont égales en R et en P , c'est-à-dire pour la température limite. Si la température s'élève, la résistance du thermomètre augmente et la bobine du galvanomètre oscille dans un sens; si la température diminue, la bobine du galvanomètre oscille dans l'autre sens.

A la bobine du galvanomètre est fixée une longue aiguille. Supposons que la température limite soit un maximum. On disposera, dans ce cas, du côté vers lequel l'aiguille se dirige pour un excès de température, une roue dentée W (fig. 1 et 2) mue par un mouvement d'horlogerie, dont le plan est perpendiculaire à la direction moyenne de l'aiguille. L'aiguille, en s'écartant de sa position moyenne, vient s'engager dans une des dents de la roue W , comme dans la position A_2 (fig. 2); elle est entraînée par cette roue tout en étant maintenue contre le fond de la denture, pendant la demi-circonférence qu'elle parcourt, par deux leviers L mobiles autour du point M , mais appuyés contre l'aiguille par le ressort T . Le taquet Q limite le mouvement des leviers L .

Pendant toute la durée du contact de l'aiguille avec les leviers L , le circuit d'une sonnerie U est fermé par cette aiguille et la sonnerie tinte.

Le faible effort imprimé à l'aiguille par le galvanomètre n'aurait pas pu produire à lui seul un contact suffisant pour assurer la fermeture de ce circuit; aussi a-t-on dû recourir à cet intermédiaire.

Une tige V est disposée pour limiter le mouvement de l'aiguille dans le cas où la température est inférieure à la limite fixée.

Si l'on voulait maintenir une température constante, il suffirait de disposer une deuxième roue dentée semblable à la première à la place de la tige V et une seconde sonnerie qui indiquerait la chute de température.

Le mouvement d'horlogerie n'a évidemment pas besoin d'être précis.

La mise en action de la sonnerie demande environ cinq secondes.

Écartographe pour la vérification des guidages des puits de mines.

Les variations dans l'écartement des guidages occasionnent souvent des accidents dans les puits d'extraction des mines. Pour les éviter, il y a lieu de visiter souvent ces guidages et d'y effectuer les réparations que nécessite leur état. Jusqu'à ce jour, cette vérification s'effectuait en relevant, en divers points du puits, l'écartement des guides, à l'aide d'un gabarit, et en notant les variations. L'opération était longue, par suite des arrêts et remises en marche de la cage, et ne donnait que des résultats plus ou moins erronés.

L'écartographe imaginé par M. Bot, Ingénieur aux mines de Nœux, évite ces inconvénients, en permettant à l'ingénieur de la fosse de se

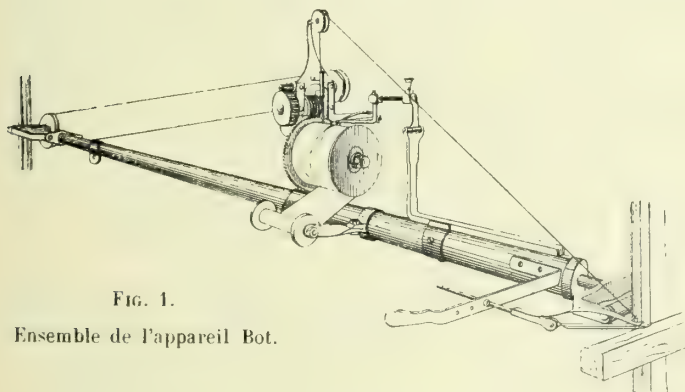


FIG. 1.

Ensemble de l'appareil Bot.

rendre compte, en quelques minutes, de l'état du guidage, à n'importe quel moment de la journée, et sans entraver le service.

L'appareil Bot, dont nous empruntons la description au *Bulletin de la Société d'Encouragement* (décembre 1904), se compose essentiellement :

- 1° D'une règle d'écartement, permettant de suivre toutes les variations qui peuvent se produire dans les guidages à vérifier;
- 2° D'un enregistreur, muni d'accessoires spéciaux donnant les diagrammes de ces variations;
- 3° D'appareils accessoires : enregistreur de moises, niveau d'eau, etc.

La règle d'écartement (fig. 1 et 2) est constituée par un tube en métal AB , dont l'une des extrémités, A , est fendue sur une certaine longueur, et renferme un tube C , formant coulisse, et pouvant être fixé par un collier D . Ce tube C est terminé, à son extrémité libre, par une chape E supportant le rouleau F . Ce rouleau, mobile autour de son axe, est en acier, et muni de cannelures hélicoïdales à grand pas, très rapprochées. L'axe de F porte également une poulie à gorge H , qui sert à mettre en mouvement l'enregistreur.

A l'autre extrémité, B , du tube AB , une tige I porte une chape K et un rouleau lisse L . Cette tige I pénètre dans le tube AB , et un ressort à boudin J tend à la pousser à l'intérieur; elle est arrêtée dans ce mouvement par un bouchon M et un épaulement K .

L'enregistreur se compose d'un tambour, d'un système de transmission et réduction de vitesse, et de divers crayons enregistreurs. Le tambour N est quelconque; il est accompagné d'une bobine alimentaire O . Ces pièces peuvent être facilement retirées de leur axe, grâce aux écrous 1 et 2.

La transmission de mouvement se fait par la poulie P , réunie à H par un petit câble. Le réducteur de vitesse G est calculé, dans cet appareil, afin de réduire la vitesse au centième, de façon que 100 mètres donnent un diagramme de 1 mètre de longueur.

Les crayons enregistreurs sont au nombre de deux : l'un, R , fixe, est soutenu par une équerre Q , et est appuyé sur le tambour de l'enregistreur à l'aide d'un ressort; il trace une génératrice de repère au milieu du papier à diagramme.

L'autre, S , est relié à la tige I de la règle d'écartement par un système de réglettes, dont l'une U , en forme d'équerre, est guidée par une rainure et des tassaux sur le tube AB .

L'enregistreur est fixé à la règle d'écartement par un collier à patte V , au moyen d'écrous et de boulons. Ces pièces peuvent donc être réparées s'il en est besoin.

Afin de repérer plus facilement les courbes données par le diagramme, on a adjoint, à l'ensemble qui précède, un indicateur de moises. Cet indicateur se compose d'un doigt W , mobile autour d'un axe qui le relie à une tige filetée X , fixée par deux écrous à une

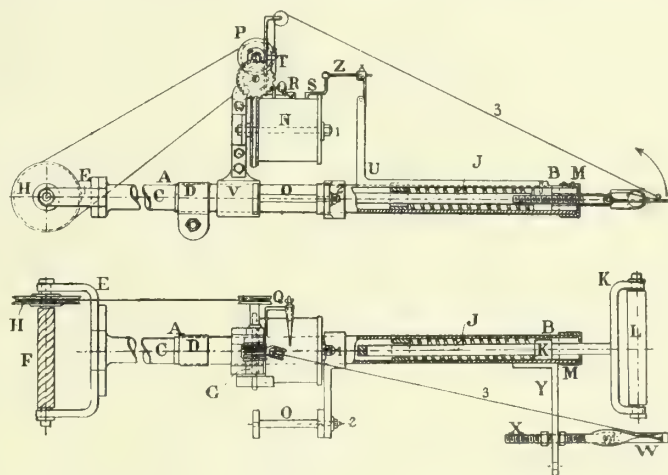


FIG. 2 et 3. — Élévation et plan de l'écartographe.

équerre Y solidaire du tube AB . Le doigt mobile, ramené à la position horizontale par un ressort, est relié par une cordelette au crayon enregistreur T .

Enfin, le tube AB est muni d'un niveau d'eau, et d'accessoires permettant de l'installer où besoin est.

Le papier à diagramme étant placé convenablement, on règle l'appareil en se servant d'un gabarit à l'écartement du guidage. Les rouleaux L et F sont serrés entre les branches du gabarit, et le tube à coulisse C est fixé de façon à donner une tension convenable au ressort J .

Par la tige à coulisse Z , on règle alors le crayon S de façon qu'il coïncide avec la génératrice tracée par le crayon fixe R . L'écartographe est alors prêt à fonctionner; il n'y a plus qu'à le fixer, de niveau, dans la cage.

Le rouleau F , entraîné par le mouvement de la cage, fait tourner le tambour N , proportionnellement à la longueur parcourue. Pendant ce temps, tant que les guides resteront à la distance normale, le crayon S suivra la génératrice tracée par le crayon fixe R . Quand les guides ne seront plus à distance normale, le rouleau L s'écartera ou se rapprochera de la partie fixe de la règle d'écartement, et le crayon S décrira, d'un côté ou de l'autre de la génératrice, des courbes, dont la flèche sera égale à l'écartement des guides.

D'autre part, le doigt W , en frappant chaque moise, détendra la ficelle, et marquera un point à l'aide du crayon T . Ces points successifs donnent la distance et le nombre des moises du guidage.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Société des Ingénieurs civils.

Séance du 5 mai 1905.

Présidence de M. L. COISEAU, Président.

I. — M. P. JANNETAZ présente une communication sur la *Fusion pyritique*.

Il commence par passer rapidement en revue les opérations du grillage des minerais et de la fusion pour matte; il résume les recherches faites par Hollway en 1878 et en 1879 pour utiliser les éléments combustibles (soufre et fer) contenus dans les minerais et les mattes.

Reprenant les idées d'Hollway sur l'emploi du vent chaud, un métallurgiste américain, Lawrence Austin, entreprit de nouvelles recherches en employant comme seule source de chaleur dans le four à cuve la pyrite de fer FeS_2 (1891).

Un peu plus tard, M. Lang revint à l'emploi du vent froid, en rajoutant du coke au lit de fusion; cette façon d'opérer constitue un intermédiaire entre la fusion pyritique d'Austin et la fusion ordinaire pour matte. Mais ce qui caractérise la fusion pyritique, c'est que le four à cuve où on la pratique est un four de fusion oxydante pour le minerai — ou du moins une partie du minerai — au lieu d'être, comme dans l'ancien procédé de fusion pour matte, un four de fusion neutre, et d'être, comme le haut fourneau, un four de fusion réductrice. Il en résulte la suppression du grillage du minerai et la diminution de la dépense de coke, puisqu'une partie de la chaleur est fournie par la combustion du sulfure de fer. Mais le procédé est plus complexe et plus difficile à conduire que celui de la fusion ordinaire. Il faut donc se préoccuper de la nature du minerai, de la teneur du lit de fusion, de la composition des scories, de la quantité de vent, des dimensions du four, etc.

M. Jannetaz signale une série d'usines employant la fusion pyritique : aux États-Unis, en Australie, dans le Tyrol (Brixlegg) et en Transcaucasie (Allah Verdi). Cette dernière installation est l'œuvre d'ingénieurs français. En général, les minerais traités sont à faible teneur en cuivre; la matte qu'ils fournissent est refondue pour matte à haute teneur, qui est envoyée aux convertisseurs.

II. — M. F. GLAIZOT présente ensuite une communication sur la *Métallurgie du cuivre aux États-Unis*.

En 1845, la production du cuivre aux États-Unis était de 100 tonnes; en 1880, elle atteignait déjà 27 000 tonnes; enfin, depuis dix ans, elle dépasse celle du reste du monde.

La mine d'Anaconda, découverte en 1883, fut le point de départ de la grande production du Montana. Le convertisseur David-Manhès fut installé pour la première fois en Amérique, à l'usine de Parrot, à Butte (Montana); les premiers essais de fusion pyritique se firent à Toston et à Boulder, également dans le Montana. Le procédé électrolytique fit ses débuts dans les usines de la côte de l'Atlantique. En 1890, un trust puissant « The Amalgamated Copper Co », se forma dans le but de contrôler les exploitations et les opérations métallurgiques de plusieurs Compagnies du Montana, du Michigan et du Tennessee.

Le traitement des minerais de cuivre comprend :

La préparation mécanique, le grillage, la fusion pour matte au four à cuve ou au four à réverbère, la conversion de la matte, le raffinage du cuivre noir et du Blister Copper.

Le minerai, après passage au concasseur Blake ou Austin, est broyé, puis concentré dans des jigs ou des tables à secousses. M. Glaizot signale que les tables de Wilfley tendent à remplacer les Frue Vanners qui ont une capacité et un rendement inférieurs et qui exigent des réparations constantes.

Les fours à cuve, à sections rectangulaires, sont presque universellement employés dans les usines importantes; leur forme est de plus en plus allongée. Ces fours présentent généralement un rétrécissement de la section aux tyères; cependant, une trop grande contraction cause une marche très rapide, d'où résulte une allure trop réductrice qui produit, par conséquent, une matte à basse teneur.

Les water-jackets se sont substitués presque partout aux fours en briques. La seule difficulté provient de la nécessité d'une grande quantité d'eau.

Ces fours atteignent couramment la capacité de 400 tonnes. Ils sont munis d'une façon générale

d'avant-creusets qui évitent la formation de fer réduit par suite du séjour prolongé de la matte dans le four.

Les fours à réverbère ne sont plus guère employés que pour la fusion des concentrés; leur capacité varie entre 100 et 150 tonnes.

M. Glaizot dit seulement quelques mots des convertisseurs et de la fusion pyritique qui vient d'être l'objet d'une communication de la part de M. Jannetaz. Les convertisseurs, généralement horizontaux, sont employés dans la presque totalité des usines.

Le cuivre est raffiné par électrolyse ou par fusion au four à réverbère. Déjà, en 1902, la production du cuivre électrolytique aux États-Unis dépassait 86 % de celle du monde entier.

M. Glaizot termine en citant quelques usines importantes :

A Anaconda, celle de la Compagnie de Washoe, qui dépend de l'Amalgamated; elle possède une fonderie de 450 tonnes de minerai par jour.

Dans le Michigan, « The Michigan Smelting Co » a installé récemment près d'Houghton une usine de raffinage qui peut produire annuellement près de 6 000 tonnes de cuivre.

III. — M. L. GUILLET présente deux communications : l'une sur les *Aciers à outils à marche rapide* et l'autre sur le *Magnétisme des alliages*.

L'acier à coupe rapide est un alliage de fer permettant de travailler les aciers doux, demi-durs, durs, la fonte, dans des conditions telles que les copeaux produits sortent au bleu, voire même au rouge sombre.

M. Guillet rappelle d'abord ce que l'on nomme point de transformation et étudie ce qui se passe dans le fer et dans les alliages fer-carbone (1). Puis il étudie spécialement la transformation du carbone combiné en carbone dissous et démontre que la trempe des aciers au carbone est essentiellement liée à la dissolution du carbone.

Passant aux aciers à coupe rapide, M. Guillet en donne les caractéristiques au point de vue de la composition et montre qu'ils renferment toujours du chrome et du tungstène. Il rappelle la constitution des aciers au chrome et celle des aciers au tungstène (2).

M. Osmond a montré que plus la température de chauffage d'un acier à coupe rapide est élevée, plus le point de transformation au refroidissement qui suit est bas. Ceci prouve que la cémentite de ces aciers éprouve une grande difficulté dans sa ségrégation. Les courbes très simples dressées par M. Guillet permettent d'expliquer, en même temps que ce phénomène, les deux propriétés caractéristiques des aciers à coupe rapide, qui sont : 1° de supporter une température de revenu plus élevée que les aciers au carbone, sans perdre la trempe; 2° de prendre la trempe à l'air.

Le traitement de ces aciers pourrait être ainsi formulé :

Forger entre 950 et 800 degrés; porter à 1 250 — 1 300 degrés; refroidir dans un courant d'air; affûter sur meule sèche ou au milieu d'un courant d'eau; éviter les gouttelettes d'eau qui amènent les tapures.

Au sujet du *Magnétisme des alliages*, M. Guillet, après avoir montré les nombreuses exceptions présentées par les alliages à la loi du mélange (fusibilité, résistance électrique, dilatation), étudie spécialement le magnétisme.

Quand on allie un métal magnétique à un métal non magnétique on a tantôt des alliages magnétiques (fer-aluminium pour $\text{Al} < 20\%$; fer-cuivre pour $\text{Cu} < 60\%$), tantôt des alliages non magnétiques.

Deux métaux magnétiques donnent généralement des alliages magnétiques : tous les alliages cobalt-nickel ou fer-cobalt sont magnétiques; mais les alliages fer-nickel sont parfois non magnétiques.

Deux métaux non magnétiques donnent généralement des alliages non magnétiques; cependant certains alliages de manganèse avec l'aluminium, l'étain et l'antimoine, sont magnétiques; l'auteur émet l'hypothèse que le manganèse est magnétique à basse température; les autres métaux relèveraient son point de transformation magnétique au-dessus de la température ordinaire.

A. B.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 23, p. 369.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, nos 48 et 49, et t. XLV, nos 1 et 2.

Académie des Sciences.

Séance du 8 mai 1905.

Chimie analytique. — Sur un nouveau mode de caractérisation de la pureté du lait basé sur la recherche de l'ammoniaque. Note de MM. A. TRILLAT et SAUTON, présentée par M. Roux.

En appliquant au lait la méthode de recherche de l'ammoniaque basée sur la réaction de l'iode d'azote (1), les auteurs ont pu constater que, parmi les laits prélevés à Paris, un certain nombre contenaient de l'ammoniaque. Les recherches faites pour déterminer l'origine de cet ammoniaque, ont montré que le lait de vache saine, trait dans des conditions suffisantes de propreté, dans une étable bien aérée, ne doit pas contenir d'ammoniaque. L'absence d'ammoniaque n'est évidemment pas une preuve que le lait ne soit pas contaminé, mais sa présence, surtout si elle est abondante, doit être considérée, non pas comme une certitude, mais comme une présomption de pollution et de mouillage. A ce titre, le procédé analytique précité pourra rendre service pour s'assurer de la pureté d'un lait.

Chimie minérale. — I. — Osmose au travers des tubes en silice. Note de M. G. BELLOC, présentée par M. A. DITTE.

C'est à la suite de chauffages successifs que la perméabilité des tubes en quartz fondu (2) devient de plus en plus grande.

Le tube devenu très perméable laisse voir, dans la partie soumise à la chauffe, une teinte laiteuse. Son étude faite au microscope, par M. Osmond, montre qu'on est en présence d'un phénomène de dévitrification.

II. — Action de l'oxyde de carbone sur l'oxyde d'argent. Son application pour déceler des traces de ce gaz dans l'atmosphère. Note de M. Henri DEJUST, présentée par M. A. DITTE.

On trouvera page 43, dans le présent numéro, un compte rendu détaillé de cette communication.

Chimie organique. — Sur la saccharification par le malt des amidons artificiels. Note de M. Eug. ROUX, présentée par M. L. MAQUENNE.

Les amidons artificiels sont saccharifiables par le malt, comme la fécule. Ils donnent les mêmes produits de saccharification, c'est-à-dire du maltose et des dextrines, lesquels se forment en proportions relatives qui dépendent de la température à laquelle on a fait agir le malt, ainsi que cela se produit avec la fécule.

Dans des conditions identiques de saccharification, les amidons artificiels donnent plus de maltose que la fécule (environ un cinquième en plus), et les dextrines qu'ils fournissent sont presque complètement solubles dans l'alcool.

Électricité. — Sur la résistance des fils métalliques pour les courants électriques de haute fréquence. Note de MM. André BROCA et TURCHINI, présentée par M. POINCARÉ.

On calcule habituellement la résistance d'un fil métallique à section circulaire, pour des courants alternatifs, en appliquant une formule de lord Kelvin. Les auteurs ont cherché à soumettre celle-ci au contrôle de l'expérience en employant des décharges de condensateurs dont la fréquence a varié entre 142 000 et 3 800 000 à la seconde.

Pour les métaux non magnétiques (cuivre et platine) les écarts avec la loi calculée par lord Kelvin sont peu considérables dans le cas des fréquences modérées. Cependant, ils sont supérieurs aux erreurs d'expériences et suivent une loi parfaitement déterminée.

Pour le fer, les résultats n'ont plus rien de commun avec la formule. Les nombres mesurés dépendent essentiellement de l'intensité du courant dans les limites de l'expérience; l'échauffement du fer est beaucoup moindre que celui qui correspondrait à sa perméabilité habituelle avant saturation.

Mécanique. — Oscillations des véhicules de chemin de fer à l'entrée en courbe et à la sortie. Mémoire de M. Georges MARIÉ, présenté par M. LÉAUTÉ.

Il est important de connaître les oscillations qu'éprouve un véhicule de chemin de fer à l'entrée en courbe et à la sortie, quand la voie n'a pas de rac-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 46, p. 262. (Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 23, p. 382, et t. XLVII, n° 2, p. 30. (Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)

cordements paraboliques entre les parties rectilignes et circulaires du tracé.

L'auteur montre que les oscillations de la caisse sur les ressorts, en travers, se font autour d'un point sensiblement fixe qu'il appelle *centre d'oscillation*.

Pour les voitures, ce point est situé à l'intersection de la verticale du centre de gravité de la caisse et du plan horizontal passant par les points les plus hauts du contact des boîtes à huile avec les plaques de garde.

L'action de la force centrifuge sur les ressorts produit, à la fin de la première oscillation, un effet double de l'effet produit après amortissement des oscillations.

Les oscillations considérées donnent des effets puissants, qui sont inquiétants à première vue, mais les frottements en atténuent l'importance, surtout pour les locomotives. Il est intéressant d'étudier la superposition possible de ces oscillations avec celles qui sont dues à d'autres causes.

M. Marié arrive aux conclusions suivantes dans le cas où l'on ne peut pas introduire dans le tracé des courbes de raccordement longues : 1° il faut y mettre tout au moins des courbes de raccordement courtes comme on le fait souvent ; 2° si l'on donne à la voie le même dévers à l'entrée en courbe et à la sortie, l'emploi du demi-dévers est plus avantageux que celui du dévers théorique complet ; 3° il y a lieu de construire le matériel de façon qu'il présente des frottements suffisants pour résister, dans une certaine mesure, aux oscillations en travers ; 4° il est bon de donner à la voie un dévers supérieur à la moitié du dévers théorique à l'entrée en courbe et inférieur à cette moitié, à la sortie, puis de relier le tout par trois raccordements lents du dévers ; 5° il est utile d'augmenter la résistance des voies en travers, surtout aux points où les réactions horizontales du matériel sont maxima ; 6° il y a grand avantage à donner à tout le matériel une élasticité horizontale assez grande avec frottements suffisants.

Minéralogie. — *Sur l'état de conservation des minéraux de la terre arable.* Note de M. CAYEUX, présentée par M. Michel Lévy.

Contrairement à l'opinion de MM. Delage et Lagatu (1), qui admettent que la terre arable ne renferme que des espèces minérales d'une pureté absolument parfaite, l'analyse micrographique conduit M. Cayeux à la conclusion, admise depuis longtemps, que la présence de matériaux altérés à des degrés fort divers et en proportions très variables, est la règle absolument générale.

Dans toutes les terres arables, dans tous les limons soumis à l'analyse microscopique, la présence de minéraux en voie de décomposition est constante. M. Cayeux n'a pas encore observé une seule terre dont tous les minéraux soient complètement dépourvus de traces d'altération.

Dans tous les échantillons étudiés, il a reconnu trois classes d'éléments, doués de propriétés bien distinctes : 1° des minéraux inaltérables ; 2° des minéraux susceptibles de se dissoudre sans laisser de produits d'altération ; 3° des minéraux épigénisés, c'est-à-dire altérés. Les espèces de cette dernière catégorie qui laissent des produits d'altération en se décomposant sont très nombreuses ; ce sont, pour la plupart, des silicates alcalins, des silicates alcalino-terreux, des silicates ferro-magnésiens, dont la décomposition met en liberté des bases qui sont, pour la plupart, très importantes pour l'agriculture.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

Voiture pour la mesure expérimentale de la résistance de l'air sur les trains. — L'Electric Railway Test Commission, nommée lors de l'Exposition de Saint-Louis, en vue d'étudier les problèmes relatifs à la traction électrique qui n'ont pas encore été résolus, s'est proposé de rechercher les lois de la résistance de l'air en fonction de la vitesse et des formes. A cet effet, elle a fait construire une voi-

ture présentant des dispositions particulières, qui est décrite dans l'*Engineering News*, du 23 mars.

Cette voiture se compose d'un corps, formé de plusieurs parties assemblées et démontables, placé sur un châssis sur lequel il peut, quand on le désire, rouler librement. Chacune des parties peut être isolée et munie d'un dynamomètre de façon à permettre d'étudier sa résistance propre ; elle peut aussi être assemblée à d'autres de telle sorte qu'on peut mesurer directement la résistance due à la juxtaposition.

Les dispositions particulières sont décrites en ce qui concerne les mesures dynamométriques et celles relatives à la vitesse. Avec cette voiture, les expériences, encore en cours actuellement, ont pu être poussées jusqu'à la vitesse de 116 kilom. à l'heure.

ELECTRICITÉ

Travaux de la Commission anglaise de l'électricité. — M. LEPROUX, Ingénieur des Mines, examine dans les *Annales des Mines* (décembre 1904) les travaux de la Commission anglaise nommée, en octobre 1902, pour étudier l'emploi de l'électricité dans les mines et les moyens de prévenir les accidents résultant de cet emploi.

Utilisant, en même temps que les dépositions de personnes qui lui semblaient le plus qualifiées pour donner leur avis, les quelques renseignements recueillis à l'étranger (Allemagne, Belgique, Transvaal) par des particuliers ou par des agents consulaires, les visites qu'elle fit et les expériences auxquelles elle assista, la Commission a abouti, en janvier 1904, à la publication d'un rapport et d'un projet de règlement dont l'auteur donne les traductions.

Le rapport résume d'une façon très modérée et très claire les principaux dangers que comporte l'emploi de l'électricité dans les mines et les principes qui doivent présider aux installations en vue d'éviter ces dangers.

Le projet de règlement comprend onze sections divisées en 115 articles : trois sections, comportant en tout 13 articles, se rapportent au tirage électrique des coups de mines, aux signaux électriques et au rallumage électrique des lampes de sûreté. Les autres sections concernent la production, la transmission et les emplois de l'électricité pour l'éclairage ou la mise en mouvement de moteurs d'une certaine puissance. Les deux tiers environ des articles de ces sections édictent des mesures de prudence qui trouveraient leur place dans n'importe quelle industrie et ne donnent lieu, de la part de l'auteur, à aucune observation. M. Leproux n'insiste donc que fort peu sur les prescriptions de cette nature réservant plus d'attention à ceux des articles du projet, au nombre d'une trentaine, dont la raison d'être se trouve dans les dangers spéciaux aux travaux souterrains.

Comparaison des transformateurs isolés à l'air avec ceux isolés à l'huile. — Dans l'*Electrical Review* (N.-Y.), du 18 mars, M. A. SAMMETT fait valoir la supériorité de l'isolement à l'huile pour les transformateurs à haute tension.

Il cite le cas d'un transformateur qui, tant par suite du vieillissement du fer qu'en raison d'une circulation imparfaite, a atteint la température de 200 degrés C. sans qu'il en résultât aucun accident bien qu'on ait pu constater par une visite ultérieure de l'appareil, que l'isolant était complètement carbonisé. Dans les mêmes conditions, un transformateur à circulation d'air eût brûlé.

L'objection faite ordinairement aux transformateurs à huile est le danger d'incendie que présente ce liquide ; l'auteur montre combien il est difficile de rencontrer des circonstances où l'huile puisse s'enflammer. Il cite même des cas d'incendies de stations où les transformateurs isolés à l'huile sont restés intacts. Il signale par contre d'autres cas de transformateurs isolés à l'air ayant pris feu et causé la destruction de toute l'usine.

Il conclut que les transformateurs à huile, installés dans des cellules distinctes et incombustibles, sont ceux qui présentent le plus de sécurité.

MÉCANIQUE

Détermination des éléments des turbines à vapeur. — La *Revue de Mécanique*, de février dernier, publie un intéressant travail de M. KOPP dans lequel l'auteur s'est proposé de montrer, par une série d'exemples, comment il était possible de déterminer facilement, au moyen du tracé de Boulvin

qui relie le diagramme entropique au diagramme des volumes ou dynamique, les éléments principaux des différents systèmes de turbines à vapeur.

Dans son étude, M. Kopp ne s'occupe pas des calculs de résistance, et, bien que toute une série de quantités doivent être simplement choisies d'après des considérations pratiques, il fait un choix de certaines dimensions qui n'implique pas que celles-ci soient les plus convenables pour le système considéré ou résultant de l'expérience. L'auteur fait également remarquer que son étude n'a pas eu pour but de comparer les turbines entre elles, ce qui ne pourrait se faire que par des essais, mais bien de fournir au constructeur le moyen de calculer les dimensions de nouvelle turbines, en se basant sur les essais, le cas échéant.

M. Kopp étudie successivement une turbine d'action à une seule roue (de Laval, Riedler-Stumpf), une turbine d'action à plusieurs roues (Curtis, Riedler-Stumpf), une turbine d'action à chutes de pression et de vitesse, une turbine multicellulaire d'action (Rateau) et une turbine multicellulaire à réaction (Parsons).

Expériences sur une turbine hydraulique à basse pression. — La turbine hydraulique à basse pression qui a été fournie au laboratoire de mécanique du Polytechnikum de Zurich (1) par Escher, Wyss et Cie, a donné lieu l'année dernière à une série d'expériences dont M. Franz PRASL rend compte dans la *Schweiz. Bauzeit.*, des 18 et 25 février, 11 et 15 mars et 1^{er} avril.

Il décrit successivement les installations aménagées dans ce but au laboratoire, les appareils de mesure, les freins, les enregistreurs, etc., et passe ensuite au rapport proprement dit sur les essais de puissance et de consommation à toutes les allures et à toutes les charges, le relevé des pressions, etc.

Tous les résultats ont été réunis sur des diagrammes de la comparaison desquels l'auteur tire une série de conclusions théoriques, trop complexes pour que nous puissions les résumer ici.

MÉTALLURGIE

La fabrication des bandages et des essieux pour le matériel des chemins de fer. — M. STECK compare, dans le *Stahl und Eisen*, du 15 avril, les installations des usines anglaises et allemandes pour la fabrication des bandages et des essieux pour chemins de fer. Il rappelle les spécifications de l'État prussien relatives à ces pièces, puis il passe en revue les laminoirs à bandages, pitons, presses de forge, fours à réchauffer, etc., actuellement en usage.

Des bilans détaillés relatifs, l'un aux bandages, l'autre aux essieux, permettent au lecteur de se rendre compte des frais d'une fabrication de ce genre.

L'enrichissement des minerais de fer. — M. WEISKOPF passe en revue, dans le *Stahl und Eisen*, des 15 avril et 1^{er} mai, une série de séparateurs magnétiques destinés à l'enrichissement des minerais de fer par l'élimination des parties non magnétiques.

Ces appareils sont d'emploi relativement récent ; l'un des premiers est le séparateur Monarch, de construction américaine, qui date de 1894. Il comporte deux cylindres parallèles et horizontaux, dans lesquels des électro-aimants sont disposés radialement sur une partie de la circonférence. Ces cylindres tournent tous deux dans le même sens ; sur le premier descend le minerai, dont les parties magnétiques se collent à la périphérie tandis que les autres tombent dans une trémie.

Dans le mouvement de rotation, ces parties arrivent vis-à-vis de l'autre cylindre, qui présente une polarité opposée ; elles quittent donc le premier pour s'y attacher, et il se fait une nouvelle séparation, les parties les moins fortement magnétiques tombant à ce moment dans une trémie intermédiaire tandis que les autres sont entraînées par le deuxième cylindre.

L'auteur décrit un certain nombre d'appareils plus récents dont le principe reste analogue, et termine par le séparateur Gröndal, employé en Suède, où la séparation est facilitée par un courant d'eau dans laquelle les parties surnagent plus ou moins facilement suivant leur attraction par les aimants, de sorte qu'elles tombent au fond des trémies ou sont entraînées par le courant d'eau dans une autre cuve.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 20, p. 326. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*.)

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 48, p. 277.

MINES

Le bassin houiller du sud du Pays de Galles. — Dans une communication à l'Association des Ingénieurs sortis de l'École de Liège, publiée par la *Revue universelle des Mines*, de janvier 1905, M. Camille LEBOUTTE étudie le bassin houiller du sud du Pays de Galles et montre que l'Angleterre possède dans ce bassin un gisement incomparable dont elle n'utilise que très imparfaitement la valeur. La richesse minérale y serait, d'après lui, mal exploitée et le gaspillage y aurait droit de cité; seules les meilleures couches sont déhouillées et une grande partie du menu (70 %) reste au fond de la mine.

Cet état de choses serait dû à des causes multiples: à la législation minière elle-même, à la courte durée des baux, au grand nombre des petites exploitations à capital trop restreint, à la négligence des propriétaires omettant d'insérer, dans le contrat de bail, des clauses visant l'exploitation régulière et économique du gisement, etc.

M. Leboutte, faisant remarquer en outre qu'un tiers du bassin n'a pas encore vu la pioche du mineur, attribue ce fait:

1° Au peu de souci du propriétaire de s'assurer à ses dépens de l'allure des couches qui se trouvent sous sa propriété;

2° A l'inclinaison trop forte des couches (20 à 40 degrés): les Gallois n'ont aucune pratique des méthodes d'exploitation de ces couches qu'ils ne déhouillent que par descendries dans les affleurements;

3° A l'ignorance des avantages que l'on peut tirer de telle ou telle qualité de charbon et surtout des charbons à sous-produits; il n'existe pas en effet une seule usine à récupération dans le pays;

4° Au manque de capitaux, ceux-ci se trouvant aux mains de quelques individualités peu soucieuses d'augmenter des revenus qu'elles ne peuvent dépenser.

L'auteur constate en terminant que les capitaux français commencent à s'introduire dans le pays, mais en général ils se portent sur des affaires proposées par des propriétaires trop désireux de s'en dessaisir. Il ne manque cependant pas au Pays de Galles de terrains vierges où pourraient se créer des charbonnages avec toutes les garanties désirables de prospérité.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

La formaldéhyde dans les fumées. — Étant données les propriétés antiseptiques des vapeurs de l'aldéhyde formique, son action durcissante et insolubilisante sur la matière albuminoïde, M. TRILLAT recherche, dans la *Revue d'Hygiène*, de février, quels pourraient être le rôle et l'utilisation des fumées qui, ainsi qu'il l'a constaté, renferment toujours de la formaldéhyde (1).

Après avoir indiqué quelles sont les méthodes qui permettent de reconnaître et de doser l'aldéhyde formique lorsqu'elle se trouve mélangée aux produits gazeux de la combustion, l'auteur résume le résultat des essais qu'il a effectués sur divers combustibles et fait ressortir l'influence de la nature des parois du foyer sur la formation des aldéhydes.

Ces essais ayant prouvé que l'aldéhyde formique se produisait au cours de la combustion, M. Trillat montre comment il est possible de la décélérer et de l'évaluer dans l'atmosphère d'une ville. Il étudie également les dérivés de polymérisation de la formaldéhyde dans les suies ainsi que la formation de ce corps dans la fumée du tabac.

Passant ensuite à l'examen des propriétés antiseptiques des fumées, l'auteur justifie, par la présence de la formaldéhyde, l'ancien usage de purifier par le feu: depuis la plus haute antiquité, on a eu, en effet, la coutume de faire brûler certaines écorces, des graines, des essences, etc., dans le but d'assainir l'air à la suite de maladies ou d'épidémies; actuellement encore, on brûle du sucre pour désinfecter et désodoriser les chambres des malades.

Il explique également le rôle que peut avoir l'aldéhyde dans la fumaison ou le boucanage des viandes.

Examinant enfin la répercussion que peut avoir sur l'organisme l'absorption continue de la formaldéhyde des fumées, M. Trillat fait remarquer que nos ancêtres, pendant de longues générations, ont vécu dans des tanières et des huttes enfumées;

actuellement, on peut en dire autant des Esquimaux, des trappeurs et de certaines peuplades. Les fumées provenant de la combustion des diverses essences de bois ont dû être un véritable agent de désinfection, autant par la production constante de formaldéhyde, dont de faibles traces suffisent, avec le temps et un contact prolongé, pour détruire les germes infectieux les plus résistants, que par le dépôt de la suie dont la teneur en *trioxyméthylène* en fait un antiseptique de premier ordre. Les fumées ont été ainsi un agent d'assainissement et de désodorisation qui a contribué à atténuer la contagion des épidémies et à rendre supportable la cohabitation au milieu de tant de causes de fermentations putrides.

TRAMWAYS

Le réseau des tramways électriques de Vienne (Autriche). — Le réseau des tramways électriques de Vienne a été dans ces dernières années l'objet d'extensions et de remaniements qui en font aujourd'hui l'un des plus importants d'Europe: 340 kilom. de voies sur les chaussées publiques, sans compter 35 kilom. prévus et qui seront exécutés avant 1910.

Les lignes sont, soit en boucle, soit radiales; celles-ci, les plus nombreuses, se raccordent aux premières par des embranchements souvent très complexes, et possèdent en outre des garages et des boucles spéciales qui ajoutent encore à l'enchevêtrement de toutes ces voies, dont les unes sont ordinaires et les autres à caniveau souterrain. Le *Génie Civil* a récemment indiqué les points intéressants de la construction de ce caniveau (2).

M. Gustave WARMER, dans un article assez étendu que publie l'*Oesterr. Wochens.*, du 22 avril, donne d'autres renseignements relatifs surtout à la transformation de l'ancien réseau, à la constitution du réseau actuel, à l'équipement électrique des voitures, et notamment aux freins électromagnétiques dont elles sont toutes pourvues; enfin aux conditions d'exploitation. Les tarifs varient de 10 à 30 centimes; jusqu'à 7 heures et demie du matin les tarifs sont abaissés. On parcourt environ 5 à 6 kilom. pour 15 centimes. Il existe aussi des abonnements mensuels et annuels.

Les voitures se suivent continuellement sur la ligne circulaire des boulevards (Ring) et à intervalles de dix minutes au plus sur les autres.

Le nombre de voyageurs a été d'environ 170 millions en 1904, et le service journalier comporte plus de 1100 voitures, dont 500 remorques. En résumé, la transformation du réseau paraît avoir eu un plein succès.

Résultats d'exploitation des tramways de Berlin en 1904. — L'année 1904 a vu le trafic des tramways de Berlin (Grosse Berliner Strassenbahn) augmenter remarquablement: 332 700 000 voyageurs (soit 909 000 par jour) au lieu de 312 410 000 en 1903. Les recettes ont atteint 31 425 300 marks.

Les recettes nettes sont montées à 8 697 500 marks et ont permis de distribuer un dividende de 7,5 %.

La longueur du réseau est actuellement de 498 kilom. de voies.

Il s'est produit 1 500 accidents de personnes qui ont entraîné 12 morts.

Ces chiffres sont empruntés à une courte note de la *Zeit. des Ver. deutsch. Eisenbahn.*, du 22 février

Ouvrages récemment parus.

Le Fraisage. L'outil à fraiser, les machines à fraiser, l'affûtage, par Emile JURTHE et Otto MIETZSCHKE, Ingénieurs; traduction française, d'après la 2^e édition allemande, par M. VARINOIS, Ingénieur des Arts et Manufactures. — Un volume in-8° de 326 pages, avec 371 figures. — V^e Ch. Dunod, éditeur, Paris, 1905. — Prix: broché, 15 francs; cartonné, 16 fr. 50.

La première partie de l'ouvrage de MM. Jurthe et Mietzschke est spéciale à l'outil à fraiser, comparé d'abord à l'outil de tour et de rabotage; puis à la classification des fraises, dont les types varient de plus en plus; enfin, à leur construction (vitesse de coupe et d'avancement), leur entretien et leurs réparations: trempe, repassage, affûtage.

Dans la seconde partie, les auteurs étudient les machines à fraiser, et notamment les mécanismes pour le fraisage courbe, les appareils à diviser, le

fraisage des roues dentées, etc. Ils donnent enfin la description détaillée de nombreuses machines construites par les maisons les plus renommées, ainsi que celle de machines spéciales (à fraiser les roues hélicoïdales, les crémaillères, tours à dégager, machines à affûter les fraises et les scies, etc.)

Un appendice est consacré aux roues d'engrenage, et à leur tracé.

Les Ingénieurs et les constructeurs peuvent ainsi, à l'aide de ce traité spécial, approfondir toutes les particularités de ce procédé très moderne de travail des métaux, dont les applications sont de plus en plus nombreuses.

Traité pratique des constructions métalliques, par Léon COSYN, Chef de section aux Chemins de fer de l'État belge. — Un volume, grand in-8° de 550 pages, avec 188 figures. — Béranger, éditeur, Paris, 1905. — Prix: relié, 25 francs.

Dans ce livre, qui s'adresse aux Ingénieurs chargés de l'étude et de la construction d'ouvrages métalliques, l'auteur a recherché des formules pratiques permettant de déterminer au moyen d'opérations arithmétiques à la portée de tous, les proportions et le poids des constructions métalliques. Ces formules donnent le poids mort et les proportions généralement adoptées pour les pièces de la construction, ou les proportions théoriques exactes, en évitant les calculs préliminaires des méthodes usuelles; elles donnent également les sections sans qu'on ait à recourir à aucun principe de résistance des matériaux, pour les poutres aboutées et les poutres à âme pleine.

Celles qui concernent le poids du métal sont très utiles pour la comparaison de plusieurs avant-projets et pour l'établissement des devis définitifs, puisqu'elles dispensent de dresser des plans et des métrés. M. Cosyn propose également des formules simplifiées pour la détermination des moments d'inertie et de résistance, ainsi que de la flèche des poutres.

Le premier chapitre de ce volume contient des éléments de résistance des matériaux et de statique graphique. Puis viennent dix autres chapitres, concernant respectivement: les pièces aboutées, les poutres à âme pleine, les organes d'appui, les ponts avec poutres à âme pleine, les poutres en treillis, les ponts à poutres en treillis, les gîtes, les charpentes, les fermes articulées et les joints transversaux.

Le dernier chapitre renferme les règlements ministériels français sur le calcul des ponts, et des renseignements sur le poids et la résistance des fers, barres, ronds, plats, profilés, etc., du commerce.

Essais d'hydraulique souterraine et fluviale, par Edmond MAILLET, Ingénieur des Ponts et Chaussées, attaché au Service hydrométrique du bassin de la Seine. — Un volume in-8° de 220 pages, avec 48 planches hors-texte. — A. Hermann, éditeur, Paris, 1905. — Prix: 11 francs.

Cet ouvrage s'adresse tant aux mathématiciens qu'aux physiciens qu'aux géologues, géographes, météorologistes et ingénieurs. Il se compose en effet d'une partie purement théorique et d'une partie pratique.

Dans la première, M. Maillet étudie le régime propre de certaines sources et la construction de la courbe des débits d'une source, puis il tente un essai de théorie mathématique du mouvement de l'eau dans les nappes souterraines (solutions approximatives, crues des nappes souterraines et des sources, stabilité du mouvement et mouvements permanents.)

La seconde partie est relative à la prévision des débits, des crues et des tarissements de sources et rivières, d'après les données expérimentales, avec applications aux sources de la Vanne et de la Dhuy, à la Marne, à la Seine, etc.

Un mémoire spécial annexé à cette partie se rapporte à la puissance des nappes et aux variations de débit de l'ensemble des sources de la Vanne, ainsi qu'aux courbes de décrues des cours d'eau en terrains perméables.

Les planches hors texte renferment de nombreux tableaux et graphiques de débits, de crues et de décrues de cours d'eau du bassin de la Seine.

Le Gérant: H. AVOIRON.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 21, p. 338; t. XLV, n° 9, p. 151; t. XLVI, n° 3, p. 46, et n° 22, p. 366. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences.*)

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 10, p. 152.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin. Paris.

SOMMAIRE. — Les machines d'extraction électriques (*planche IV*), p. 49; H. SCHMERBER. — Études économiques : Le développement du commerce des États-Unis. Projet de chemin de fer pan-américain, p. 56; A. DUMAS. — Électricité : Lampe Cooper-Hewitt à vapeur de mercure, p. 59. — Jurisprudence : De la responsabilité des accidents occasionnés par les machines agricoles, p. 60; Louis RACHOU. — Variétés : Parachute pour valves

de cheminées d'usines, p. 61; — Emploi de l'acétate de cuivre dans le traitement de la vigne contre le mildiou, p. 61; — Forme rationnelle des bâtis en C pour les riveuses, p. 62; M. KOECHLIN; — Roues de wagons en acier laminé, p. 62.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Académie des Sciences (15 mai 1905), p. 63. — BIBLIOGRAPHIE : Ouvrages récemment parus, p. 63.

Planche IV : Machine d'extraction électrique du puits Zollern II, de la Gelsenkirchener Bergwerks A.-G.

Supplément : REVUE DES PRINCIPALES PUBLICATIONS TECHNIQUES, p. 65.

MINES

LES MACHINES D'EXTRACTION ÉLECTRIQUES

(*Planche IV.*)

Les applications de l'électricité dans les exploitations minières deviennent de jour en jour plus nombreuses, et, en raison des grandes

d'atteindre anciennement avec la vapeur, l'eau sous pression ou l'air comprimé.

L'usage de la vapeur, pour la commande des machines, soit à distance, soit au fond, a été de tout temps très restreint, au moins dans les exploitations minières françaises. Il nécessite en effet l'installation de canalisations lourdes, coûteuses et difficiles à entretenir; de plus, la température élevée des tuyauteries peut causer des perturbations dans l'aérage. Enfin, les accidents, tels que ruptures de conduites ou

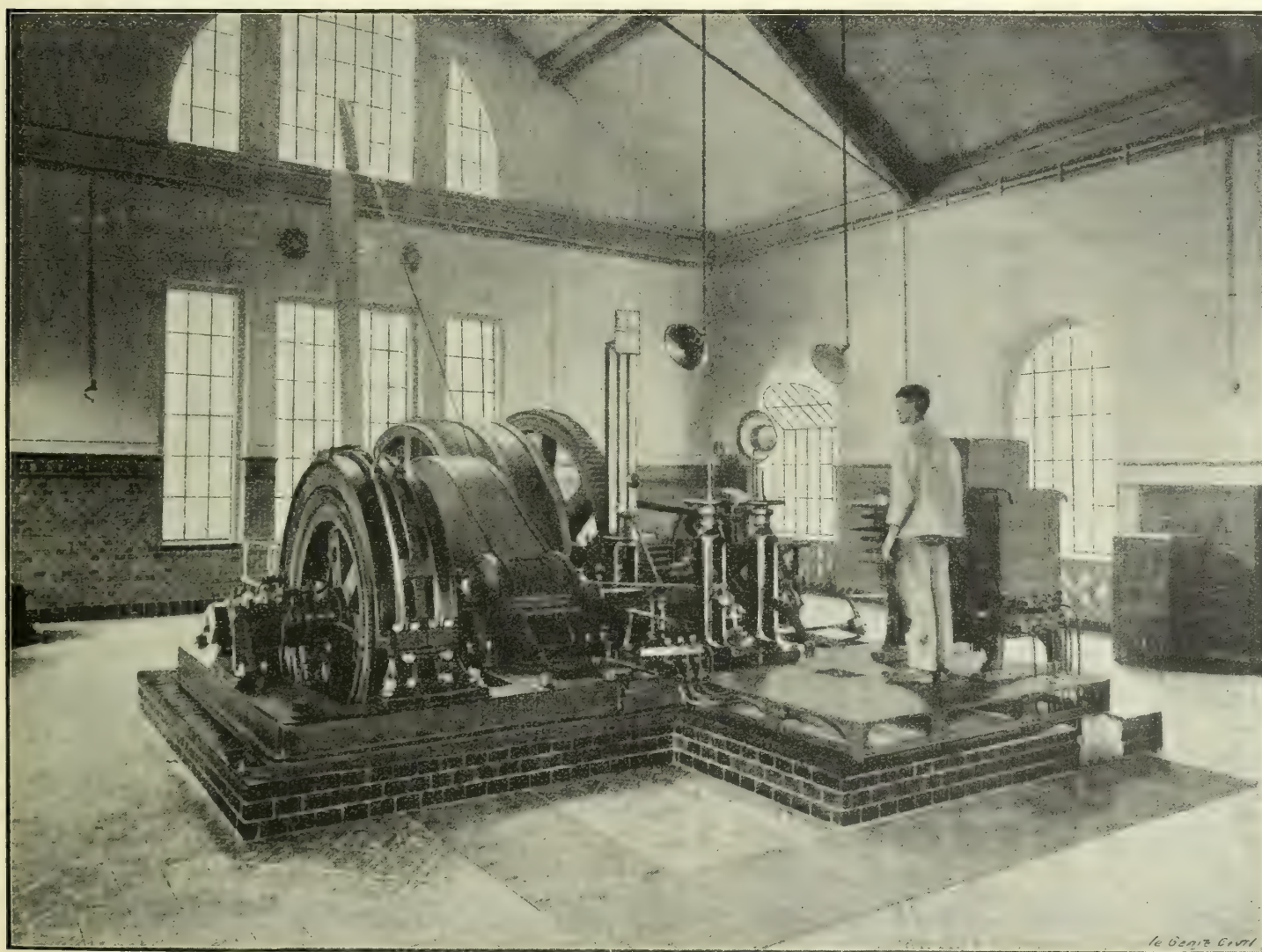


FIG. 1. — MACHINE D'EXTRACTION ÉLECTRIQUE DU PUITZ RICHARD, à BRÜCK BOHÈME.

facilités que l'énergie électrique procure pour la commande des appareils les plus divers, il est plus que probable que son emploi tendra à se généraliser encore. Elle présente, en effet, pour ces exploitations, des avantages particuliers qu'il était bien difficile, sinon impossible,

de joints, peuvent, s'ils se produisent dans un puits, provoquer de véritables catastrophes. Quant aux machines à vapeur installées au fond, elles nécessitent des chambres spacieuses et aérées, réclamant des terrains d'une grande solidité.

L'eau sous pression nécessite également des conduites soignées et coûteuses; sans doute, elle ne présente pas les graves inconvénients de la vapeur, mais son rendement est extrêmement faible, et son emploi ne peut guère être opportun que lorsque la mine possède une galerie d'écoulement.

L'air comprimé a toujours été le moyen de beaucoup le plus employé pour la transmission de l'énergie au fond; mais, ici encore, on a des rendements très faibles, des conduites coûteuses, etc. Toutefois, dans bien des cas, son emploi présente de sérieux avantages, et peut même s'imposer. Rien n'empêche alors de combiner les deux forces, et de les appliquer judicieusement.

L'électricité a l'avantage incomparable de pouvoir se transformer, suivant les besoins, en chaleur, lumière et travail mécanique. Elle s'applique bien à des installations rapides et temporaires, et seule peut transporter économiquement des puissances considérables à de très grandes distances.

Au début, on ne s'en est guère servi que pour l'éclairage des travers-bancs et des accrochages, et pour le tir électrique des coups de mine, puis son usage s'est répandu pour la commande des machines mobiles: perforatrices, ventilateurs de secours, etc. Avec la généralisation des courants à haute tension, on a pu créer des centrales électriques, desservant souvent plusieurs sièges et fournissant l'énergie à des machines importantes: les installations d'aérage et d'exhaure, la commande des ventilateurs, sont commandées de plus en plus par moteurs électriques. Certaines pompes électriques ont également atteint des

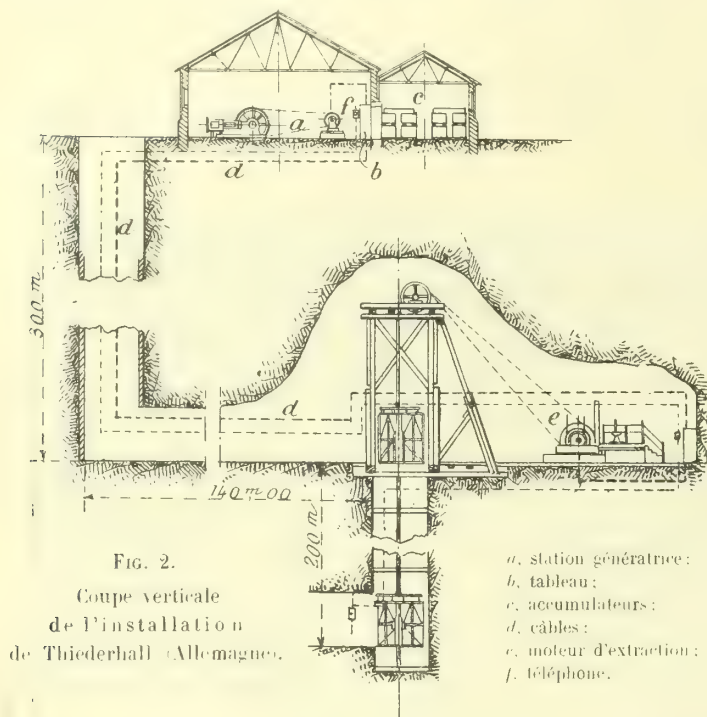


FIG. 2.
Coupe verticale
de l'installation
de Thiederhall (Allemagne).

rendements remarquables et rendu de grands services. Enfin, dans le roulage et les transports, de même que dans les opérations auxiliaires du lavage, du criblage, etc., l'électricité a de plus en plus remplacé les autres sources d'énergie.

Jusqu'à ces dernières années, pourtant, le service essentiel de l'extraction était resté complètement à l'écart de ce mouvement. Il y avait ici, en effet, nombre de problèmes délicats à résoudre: entre autres, les multiples variations de vitesses nécessitées par la translation du personnel, l'extraction, la visite des puits, etc. La mise en marche devait être rapide et facile, les arrêts fréquents n'apporter aucune perturbation dans le réseau; la commande de tous les appareils de sécurité, tels que freins, évite-molettes, indicateurs de niveau, etc., rester rigoureusement sûre.

Il était aussi nécessaire de satisfaire à toutes ces conditions d'une façon économique, c'est-à-dire de mettre l'électromoteur en marche sans perte trop considérable d'énergie, en donnant à l'induit des tensions progressivement croissantes sans employer de résistances purement passives. Il en est de même pour réaliser les variations de vitesses avec un voltage constant à la génératrice.

L'Exposition de Dusseldorf, en 1902, a montré pour la première fois la mise en application en grand de l'électricité aux machines d'extraction et, depuis lors, les installations nouvelles faites dans ces conditions sont de plus en plus nombreuses. A l'heure actuelle, plusieurs machines d'extraction électriques sont en marche en Allemagne, en Autriche et en Belgique; bien d'autres encore sont en cours d'installation, tant en France et en Belgique qu'en Autriche et en Allemagne. Il est à supposer qu'avec les progrès journaliers accomplis, ce service, comme tous les autres, arrivera à s'adresser de préférence à l'électricité comme source d'énergie.

M. Gerald Hooghwinkel a résumé, dans l'*Iron and Coal Trades Review*, les avantages de l'extraction électrique, dans les lignes qui suivent:

- 1° Économie de combustible (moitié environ);
- 2° Possibilité d'employer comme force motrice l'eau ou les gaz de hauts fourneaux, sources d'énergie peu coûteuses;
- 3° Possibilité de faire l'extraction dans plusieurs puits avec une station centrale unique;
- 4° Constance de la vitesse avec des moteurs électriques convenablement choisis, alors que les machines à vapeur sont sujettes à s'emporter si le mécanicien n'est pas très attentif. On sait que la vitesse et, par conséquent, la sécurité dépendent absolument du mécanicien, avec les machines à vapeur; celui-ci est donc porté à réduire par précaution la vitesse moyenne et, par suite, le taux de l'extraction journalière. Avec l'électricité, cette considération n'existe plus et l'expérience montre l'avantage qui en résulte sur la production;
- 5° Le mouvement de rotation autour de l'arbre des bobines est régulier à tout moment avec les moteurs électriques, tandis qu'il varie considérablement avec la position des manivelles des machines à vapeur, même avec des machines accouplées fonctionnant à grande vitesse. Il résulte de ces variations des vibrations très dangereuses dans les câbles;
- 6° Possibilité de ne demander aux machines de la station centrale que la puissance moyenne nécessaire, si l'on installe une batterie d'accumulateurs pour parer aux insuffisances momentanées;
- 7° Possibilité d'accroître à volonté la charge et cela dans de larges limites, par exemple deux ou trois fois la charge ordinaire, ce qui est impossible avec les machines à vapeur où la puissance est limitée par un certain taux d'introduction de la vapeur dans les cylindres.

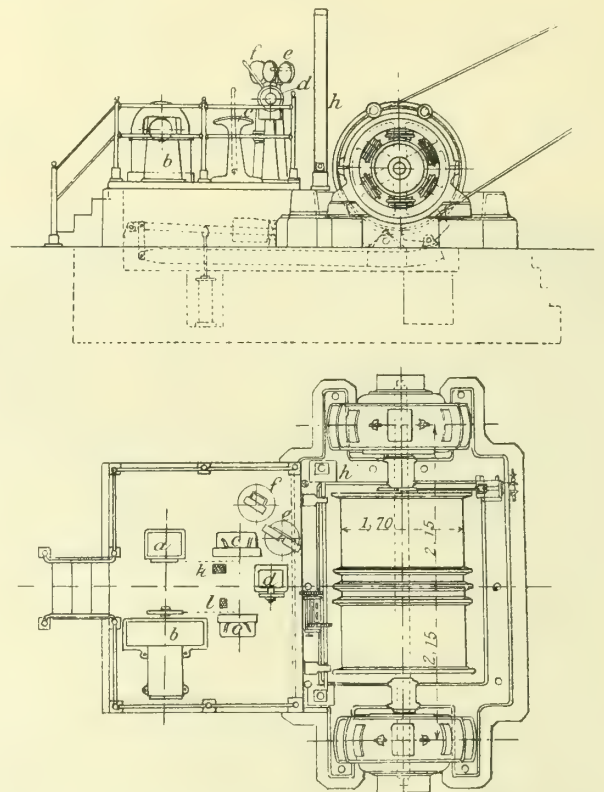


FIG. 3 et 4. — Vue en bout et plan de la machine d'extraction
des mines de Thiederhall.

a, commutateur; — b, rhéostat; — c, supports des leviers; — d, treuil pour le poids du frein de sûreté; — e, ampèremètre et voltmètre; — f, tachygraphe; — g, amortisseur; — h, indicateur de position.

Le même auteur cite, comme causes de la grande consommation des moteurs à vapeur, les raisons suivantes:

- 1° Les variations des charges;
- 2° Les arrêts fréquents, normaux ou accidentels;
- 3° La variation de l'effort, surtout avec les câbles non équilibrés;
- 4° Les pertes de vapeur dans les chaudières pendant les arrêts;
- 5° Les conditions peu favorables de la distribution amenées par les conditions du fonctionnement des machines d'extraction;
- 6° L'influence, dans un sens défavorable, de l'intervention du mécanicien.

Actuellement, la consommation des machines d'extraction atteint facilement 20 kilogr. de vapeur et plus par cheval-heure; les meilleures machines compound jumelées consomment encore 22 à 25 kilogr. de vapeur par cheval-heure, alors que les machines électriques actuelles ont déjà une consommation réduite garantie de 13 à 18 kilogr., malgré leur puissance relativement faible. Il est certain que, pour de grandes installations, établies avec les derniers perfectionnements, on arrivera à des résultats bien supérieurs.

Donc, l'extraction électrique consomme une quantité de combustible inférieure de plus de 50 % à celle consommée par la meilleure machine d'extraction à vapeur. Il faut remarquer, par contre, que,

MACHINE D'EXTRACTION ÉLECTRIQUE
du puits Zollern II de la Gelsenkirchener-Bergwerks-Actien-Gesellschaft.

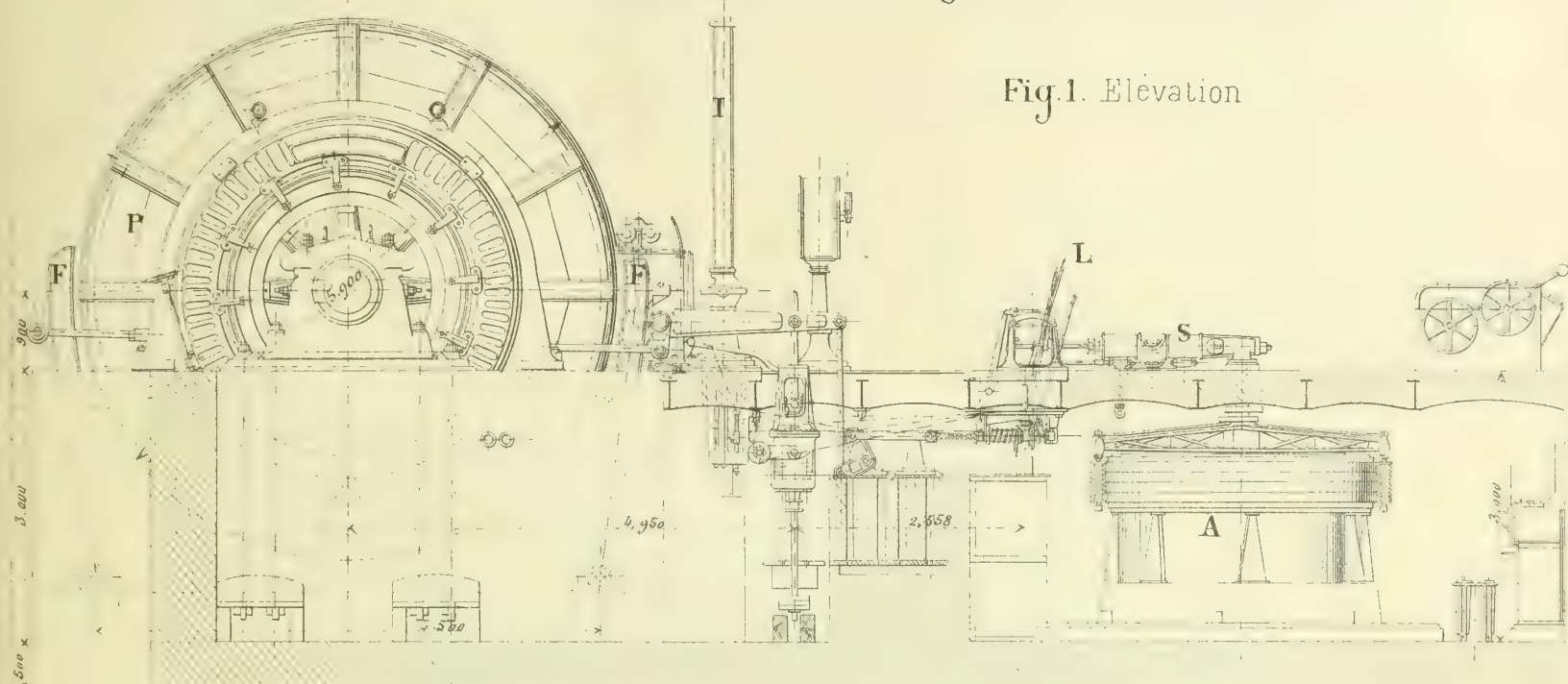
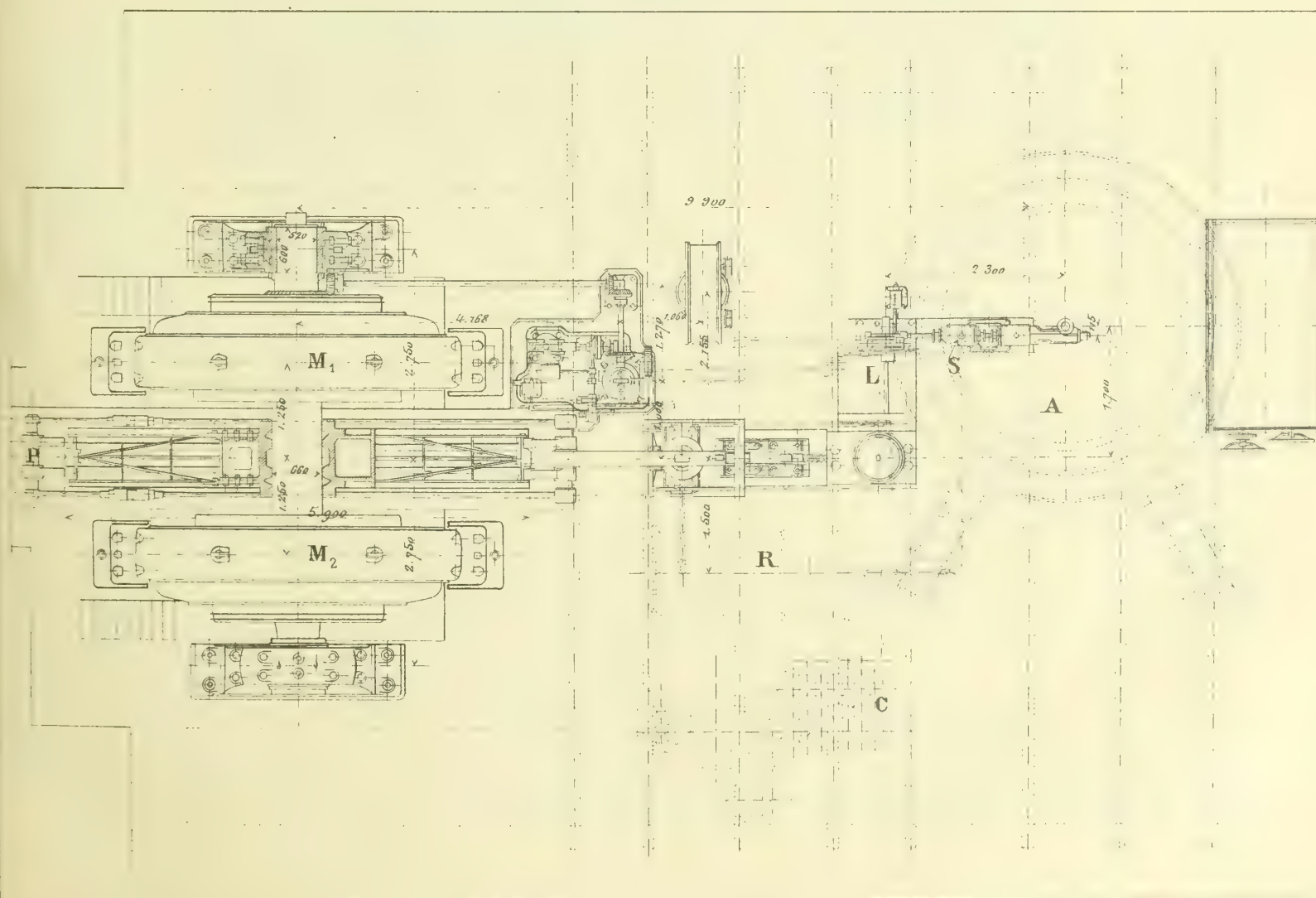


Fig. 1. Elevation

- | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| A — Appareil de démarrage | $M_1 M_2$ — Moteurs d'extraction |
| C — Compresseur | P — Poulie Körpe |
| F — Sabots de frein | R — Réservoir d'air |
| I — Indicateur de position des cages | S — Servo-moteur à air comprimé |
| L — Leviers de manœuvre | |

Fig. 2. Plan



dans les grandes installations électriques, munies soit de convertisseurs, soit de groupes-tampons, d'accumulateurs ou de survolteurs, toutes dispositions ayant pour but de réduire la consommation d'énergie au minimum, les frais de premier établissement seront, en général, plus élevés que ceux d'une machine d'extraction à vapeur; mais, même dans ce cas, l'économie de combustible paiera, en peu d'années, cette différence.

Enfin, l'emploi de stations centrales installées à distance des sièges d'extraction permet d'avoir la force motrice à des conditions exceptionnelles de bon marché, par l'installation, si cela est possible, des usines à proximité de hauts fourneaux, et la commande des alternateurs par moteurs à gaz pauvre marchant au gaz, soit des hauts fourneaux, soit des fours à coke, ou encore en installant des générateurs chauffés par les gaz perdus des fours à coke ou par des machines à triple expansion dont les chaudières ne consommeront que des schistes.

Nous ne nous proposons pas de faire ici une étude détaillée et complète des conditions d'établissement d'une machine électrique d'extraction, mais d'établir l'état actuel de la question, et de faire une description aussi sommaire que possible des machines les plus intéressantes aujourd'hui en service ou en cours d'installation. Nous avons, à dessein, cherché à grouper les types les plus variés, caractérisés chacun par des dispositions communes, en commençant par celles des machines les plus anciennes qui ont déjà fait leurs preuves.

I. MACHINE D'EXTRACTION DES MINES DE THIEDERHALL, A THIEDE, PRÈS BRAUNSCHWEIG (ALLEMAGNE). — La machine de Thiederhall (fig. 2 à 5), l'une des plus anciennes sinon la plus ancienne en service, fonctionne depuis plusieurs années et mérite une mention toute spéciale, car les remarquables résultats obtenus ont bien montré l'emploi qu'on pouvait faire des courants continus pour les grandes machines d'extraction. La partie mécanique a été réalisée par la Nordhäuser Maschinenfabrik, la partie électrique par Siemens et Halske.

Les données de la machine étaient les suivantes :

Poids utile à élever	kilogr.	800
— des bennes	—	400
— de la cage	—	800
— du câble par mètre courant	—	1,5
Extraction totale en huit heures	tonnes.	200
Profondeur du puits	mètres.	260

L'extraction correspondait à 32 cordées par heure; la vitesse était fixée à 6 mètres par seconde pour le transport du minerai et à 3 mètres seulement pour la translation du personnel, enfin on prévoyait une vitesse de 0^m 30 par seconde pour la visite du câble.

La machine, installée au fond, dessert un puits intérieur reliant les étages de 300 et 500 mètres. A l'étage de 300 mètres le minerai est conduit par roulage en galerie au puits principal d'extraction.

Anciennement le moteur du puits intérieur était à air comprimé, mais le prix de revient de l'extraction était très élevé.

On décida l'installation d'une machine commandée par moteur à courant continu sous une tension normale de 500 volts avec batterie-tampon d'accumulateurs. Ces derniers permettent à la dynamo génératrice de travailler sous une charge à peu près constante avec consommation réduite de vapeur. A la station centrale, située au jour (fig. 2), le moteur à vapeur de 60 chevaux commande par courroie la génératrice. La batterie-tampon est placée dans un local annexe. La machine d'extraction (fig. 3 à 5) est à tambour et comprend deux moteurs de 150 chevaux chacun. En les couplant, soit en série soit en

parallèle, on obtient une vitesse réduite correspondant à la translation du personnel ou une vitesse double correspondant à l'extraction.

Chaque moteur est calé en porte à faux aux deux extrémités de l'arbre des tambours qui repose sur deux paliers seulement. Cette disposition facilite les démontages des induits et leur remplacement, ce qui, en cas d'accident, peut avoir une grande importance.

Les résistances du rhéostat sont disposées sous le sol et suspendues librement pour éviter les échauffements. L'appareil de couplage, placé sur la plate-forme, est muni de divers dispositifs spéciaux permettant de freiner en faisant fonctionner les moteurs comme génératrices : la vitesse peut alors descendre jusqu'à 10 centimètres par seconde et même à 4 ou 5 centimètres en appliquant les freins.

La machine est munie de deux freins à sabots, l'un de manœuvre, l'autre de sûreté, sur lesquels nous n'insisterons pas, pour rester dans le cadre de notre étude.

La batterie-tampon a montré ici ses avantages précieux : économie de moitié sur le combustible, emploi d'un moteur de 60 chevaux actionnant une réceptrice de 300 chevaux, facilité de continuer le service en cas d'interruption dans la marche de la dynamo, enfin récupération possible d'énergie par la descente de remblais faisant fonctionner les réceptrices comme génératrices pour charger la batterie.

La commande de la machine est extrêmement simple. Le levier du commutateur, suivant qu'on le tourne soit dans un sens, soit dans

l'autre, détermine le sens du mouvement; selon qu'il est poussé à fond ou à mi-course, les moteurs sont couplés en série ou en parallèle. Une fois ce levier en position, le mécanicien n'a qu'à manœuvrer celui du rhéostat jusqu'à l'amener à bout de course. La vitesse nécessaire pour la vérification du câble est obtenue en déplaçant légèrement le levier au delà du point neutre.

Aux essais, on a obtenu jusqu'à 7 mètres de vitesse maximum et, sans se servir des freins, on est arrivé à la vitesse de 0^m 113 pour la visite du câble.

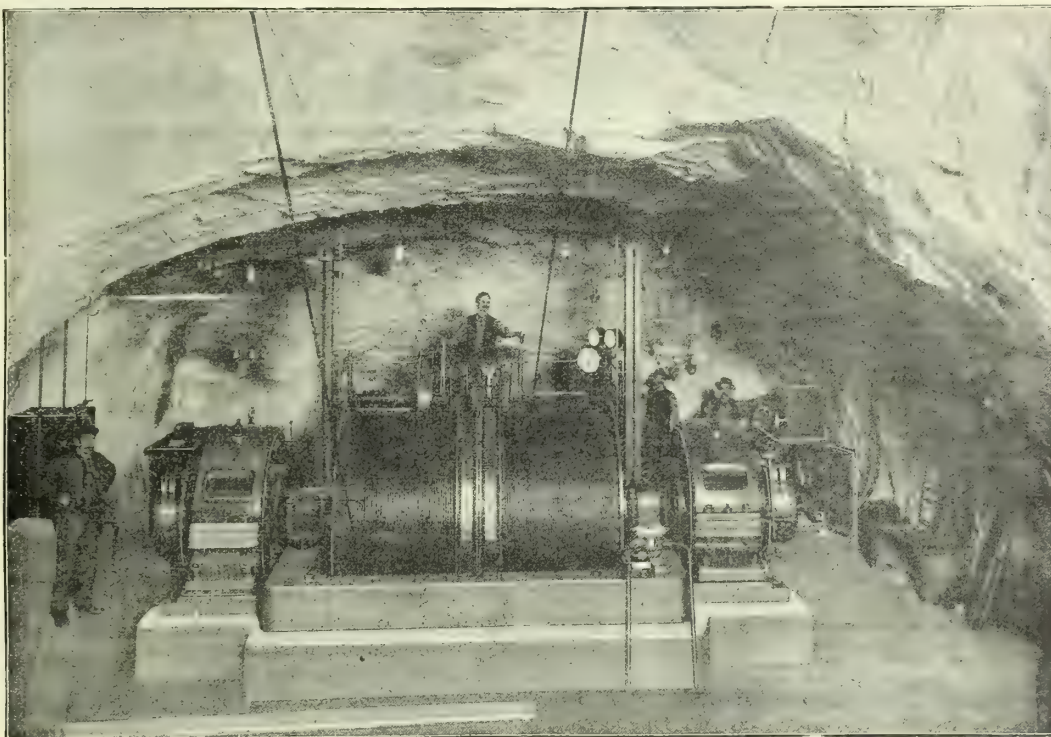


Fig. 5. — Machine d'extraction électrique souterraine de Thiederhall.

La puissance de production de l'installation a dépassé de plus de 100 % le desideratum prévu, la machine établie pour 32 cordées à l'heure en ayant accompli jusqu'à 81. Enfin dans un essai prolongé d'une durée de six heures environ, pour laquelle on avait prévu une extraction de 150 000 kilogr., on produisit 312 935 kilogr., soit plus du double, sans faire entrer en ligne de compte 46 ascensions de personnel, d'outillage, etc.

II. INSTALLATION DES MINES GRAND-DUCALES A KARWIN (SILÉSIE AUTRI-CHIENNE). — Nous ne dirons que quelques mots de cette installation dont les machines sont relativement faibles, mais il est intéressant de la signaler, car on y a employé le courant triphasé et nous trouvons ici la première station centrale desservant deux sièges distincts, et une machine d'extraction électrique. La centrale, qui se trouve au puits Hohenegger, a été installée par la maison Siemens et Halske de Vienne, et fournit, outre le courant nécessaire aux ventilateurs, pompes, etc., celui des machines d'extraction du puits Hohenegger et enfin celui de deux stations d'aérage de la mine Gabrielle, distante d'environ 2 kilomètres.

La machine du puits Hohenegger (fig. 9) a les caractéristiques suivantes :

Profondeur du puits	mètres.	260
Vitesse d'extraction à la seconde	—	4
Poids utile maximum en deux bennes	kilogr.	1 400

Elle ne sert que pour le transport des matériaux et non pour le personnel. Le moteur triphasé développe 170 chevaux et commande l'axe du tambour par des engrenages en fonte et à chevrons; pour

éviter le bruit, l'axe du moteur est supporté par trois paliers très larges.

Le levier de commande de commutateur donne la marche avant ou arrière, et le régulateur de vitesse intercale dans l'induit des résis-

Dans cette nouvelle disposition la réceptrice est une dynamo à courant continu d'environ 27 chevaux. Elle reçoit du courant à 350 volts du circuit primaire et tourne à 800 tours.

Sur son axe sont montés le volant compensateur, pesant 1 200 kilogr.

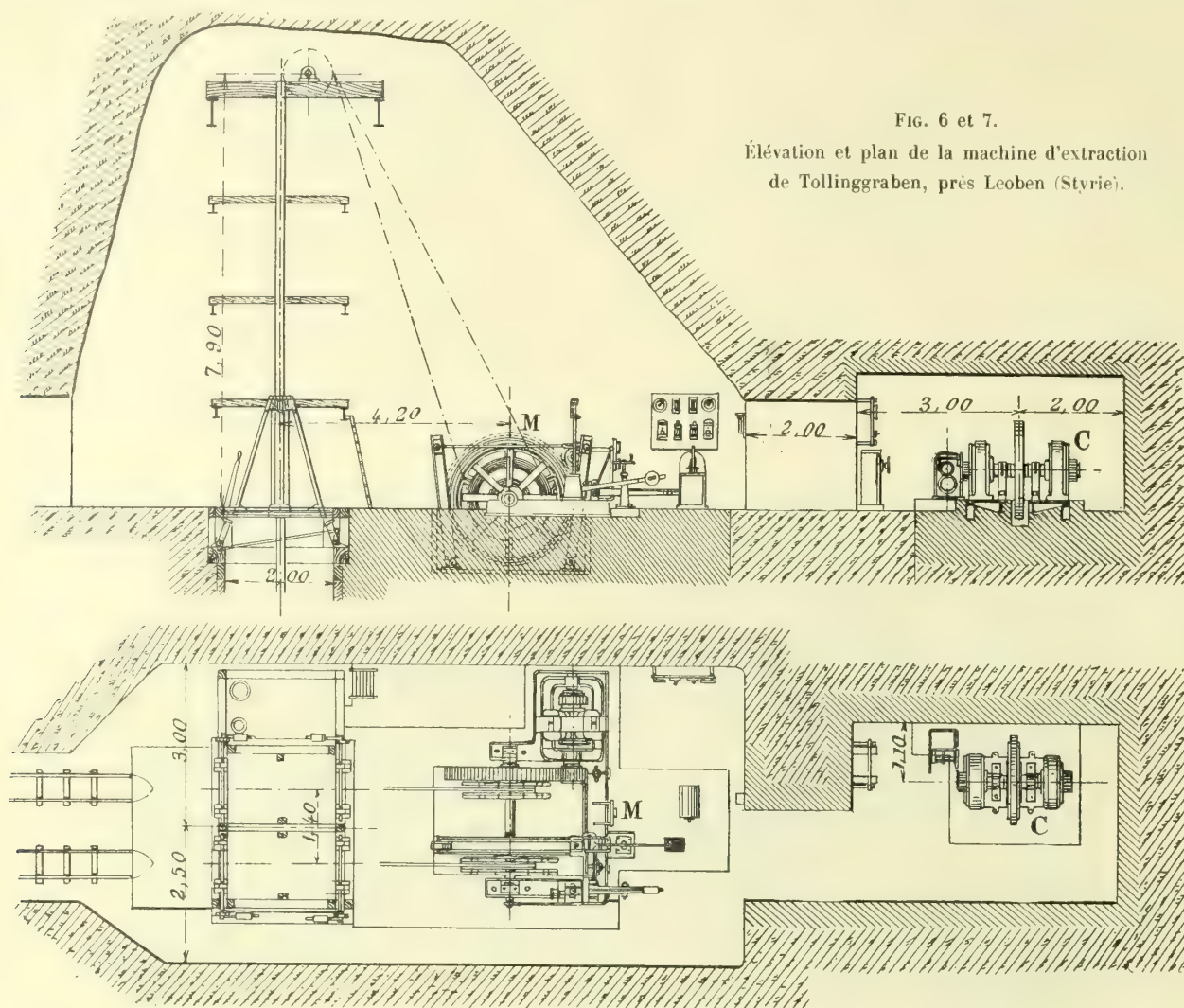


Fig. 6 et 7.

Élévation et plan de la machine d'extraction de Tollinggraben, près Leoben (Styrie).

tances variables placées sous le sol en avant de la machine et bien ventilées. La machine est, bien entendu, munie des freins et appareils accessoires courants.

III. MACHINE DE TOLLINGGRABEN, PRÈS LOEBEN (STYRIE). — La machine d'extraction de Tollinggraben est, comme celle de Thiederhall, une machine souterraine (fig. 6 et 7).

La station centrale comprend une machine compound de 150 chevaux, commandant la génératrice à courant continu qui donne 300 ampères sous la tension de 350 volts. Cette station est destinée à fournir aussi l'énergie nécessaire à des pompes, ventilateurs, treuils, etc.

A l'origine on marchait sans disposition spéciale pour régulariser les charges et il en est résulté de graves perturbations dans le service lors des démarrages.

On se vit donc dans l'obligation, soit d'augmenter la puissance des chaudières et de la station centrale, soit de trouver un système de régulation. Comme, précisément, le système Ilgner venait de faire son apparition, son adoption fut décidée. On sait que ce système a pour but d'amortir dans le réseau primaire tous les à-coups lors des mises en marche et des arrêts brusques des moteurs d'extraction, par l'intercalation, sur ce réseau primaire, d'un groupe-tampon destiné à absorber de l'énergie lorsque la machine est au repos et à lui en restituer suivant ses besoins.

La transformation de l'installation s'est faite sans aucun arrêt de l'extraction : on a fait tout le montage du compensateur sans toucher à la commande existante, et on n'a eu qu'à raccorder les canalisations pour continuer la marche avec le nouveau procédé. L'installation électrique est due à la maison Siemens-Schuckert, de Vienne.

Le groupe-tampon Ilgner comprend : 1° une réceptrice recevant le courant primaire et montée sur un arbre commun avec un lourd volant qui sert d'accumulateur d'énergie ; 2° une génératrice produisant le courant secondaire destiné à la machine d'extraction. Il en résulte que c'est seulement dans ce circuit secondaire que se feront sentir les variations de charge du treuil.

La machine d'extraction M (fig. 6 et 7) est placée à proximité du puits intérieur ; le système compensateur Ilgner C est placé à l'arrière dans une petite salle.

avec un diamètre de 1^m 80, et la génératrice qui donne 300 ampères sous 330 volts. Le moteur d'extraction est de 85 chevaux ; il tourne à 240 tours et commande l'arbre des bobines par un engrenage.

La machine élève 800 kilogr. de charge utile, d'une profondeur de

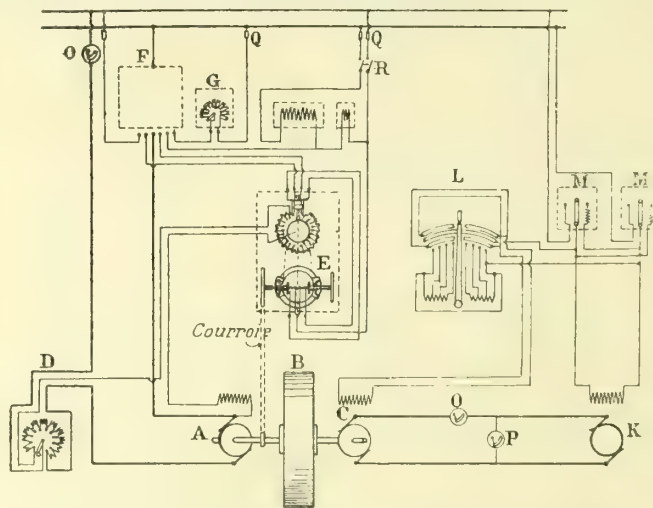


Fig. 8. — Schéma de la commande électrique de l'installation de Tollinggraben par le système Ilgner.

A, B, C, moteur, volant et dynamo du groupe tampon ; — D, rhéostat d'excitation du moteur A ; — E, rhéostat avec embrayage électromagnétique commandé par le relais ; — F, relais ; — G, résistance du relais ; — K, moteur d'extraction ; — L, rhéostat d'excitation de la génératrice C ; — M, commutateurs pour l'excitation du moteur K ; — O, ampèremètre ; — P, voltmètre ; — Q, fusibles ; — R, interrupteurs.

80 mètres, avec une vitesse de 2^m 40 par seconde. Les bobines ont un diamètre initial de 1 mètre et font 35 tours à la minute.

Les appareils de sécurité comprennent un dispositif d'interruption automatique du courant, un frein automatique, etc.

La figure 8 montre le diagramme de la distribution du système Ilgner. L'excitation de la génératrice C, prise sur le circuit général, est réglée par un rhéostat L et suivant le degré de cette excitation, on peut faire varier le voltage de 0 à 300 volts. L'excitation constante du moteur d'extraction K est aussi prise sur le réseau général et, selon que l'excitation de C varie de 0 à 330 volts, le nombre de tours de K peut varier de 0 à 245. Dans le système Ilgner, en général, C peut être commandée par n'importe quel moteur A : à vapeur, à courant triphasé, etc. Si le courant est triphasé, il sera pourtant nécessaire alors d'avoir des excitatrices spéciales pour les machines K et C. Dans le cas présent le circuit primaire et le moteur A sont à courant continu. Les machines K et C sont nécessairement à courant continu.

Le changement de marche s'obtient ici en renversant le sens du courant dans la génératrice C; il change alors immédiatement dans le moteur K.

Si l'installation n'était pas complétée par le volant régulateur B, la réceptrice A subirait tous les à-coups de l'extraction, mais ce volant a précisément pour but d'y obvier. Supposons que la machine d'extraction absorbe 40 chevaux durant la cordée de 40 secondes, et rien pendant l'arrêt de 20 secondes qui suit. On a donc besoin de 40 chevaux pendant 40 secondes, ce qui correspond très approximativement à la consommation de 27 chevaux pendant les 60 secondes. Ces 27 chevaux sont fournis par le circuit principal, et les 13 complémentaires par le volant régulateur, pendant les cordées.

La vitesse du moteur A est réglée par un relais spécial qui, lorsque la machine tend à modifier son allure, soit dans un sens, soit dans l'autre, intercale ou supprime automatiquement des résistances. Cet appareil F commande deux embrayages magnétiques, disposés sur un petit axe que fait tourner une courroie venant de l'axe du moteur A. Suivant que l'un ou l'autre embrayage est mis en marche, on obtient la poussée de l'un des deux pignons coniques sur un troisième qui, mû dans un sens ou dans l'autre, intercale ou supprime des résistances E.

Dans le cas de la descente des remblais, tout le système fonctionne en sens inverse : la dynamo K devient génératrice et transmet le courant à C qui devient réceptrice et donne au volant sa vitesse maximum. Celle-ci une fois atteinte, le surplus du courant est transmis à la dynamo A qui l'envoie dans le circuit primaire.

La commande du moteur d'extraction est des plus simples : le levier de commande est à l'arrêt dans sa position médiane ; poussé en avant ou en arrière il donne l'un ou l'autre sens de marche, et plus il est poussé à fond, plus il supprime de résistances dans le circuit d'excitation, plus la vitesse correspondante est grande.

Le mécanicien est donc absolument maître de sa machine ; il n'y a ici ni perte de temps due à la fermeture de l'arrivée de vapeur, ni perte par l'emploi continu des freins, d'où une sensible économie.

Le volant régulateur présente encore ce précieux avantage de parer éventuellement aux conséquences d'un court-circuit en assurant toujours l'énergie nécessaire pour terminer la cordée.

IV. INSTALLATION DU PUIT RICHARD A BRÜX (BOHÈME). — La machine d'extraction du puits Richard ne présente pas de grandes particularités. Comme le montrent les figures 4 et 10, tout le service du puits est électrique et la station centrale est en même temps la salle de la machine d'extraction. En effet, cette installation, de date toute récente, a été étudiée au point de vue de la plus stricte économie. Ses données sont les suivantes :

Profondeur du puits : 52 mètres ;
Extraction de 1 700 bennes en dix heures ;
Cage à un étage et deux bennes pesant 2 050 kilogrammes ;
Poids des bennes : 450 kilogr. chacune ;
Charge utile : 900 kilogr. par benne.

Le moteur triphasé, de 150 chevaux, tourne à 295 tours et commande les tambours, de 3 mètres de diamètre, par un double engrenage. La machine est munie des appareils de sécurité usuels. Dans le même local se trouve, comme nous l'avons dit, la centrale électrique, comprenant deux machines compound. Chaque machine, de 250 chevaux, commande directement un alternateur à induit fixe de 215 kilowatts sous 550 volts, à 100 périodes par seconde. L'inducteur est excité par des dynamos à 110 volts dont la commande est obtenue par une manivelle latérale.

L'installation du puits Richard, à Brüx, est certainement une des premières où l'on ait appliqué l'électricité à la commande de tous les services de la mine ; aussi avons-nous tenu à la signaler.

V. TREUILS ÉLECTRIQUES DU PUIT FÉLIE, AUX CHARBONNAGES DE GARDANNE (BOUCHES-DU-RHÔNE). — La Société des Charbonnages de Gardanne, près de Marseille, a été amenée, en 1901, à reprendre un ancien puits, dit puits Félicie, qui a été, pour des raisons de facilité d'exploitation, aménagé comme l'indique la figure 11 : l'ancien

puits a été réparé sur une profondeur de 110 mètres et, à quelque distance de son pied, un second puits de 135 mètres de hauteur a été creusé pour servir à l'extraction proprement dite du charbon jusqu'au niveau intermédiaire ; le puits n° 1, au contraire, ne sert qu'à transporter le personnel.

Les deux puits sont pourvus de treuils électriques à moteurs triphasés, recevant le courant d'une petite usine installée, à 2 700 mètres de distance, au puits Biver, qui forme un centre d'exploitation beaucoup plus important.

Le puits n° 1 est armé d'une

seule cage de 800 kilogr., avec un câble de 200 kilogr. et un contre-poids de 1 200 kilogr. couissant dans les guides. Le treuil supporte un effort maximum de 400 kilogr., tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, le poids des hommes étant compté à 800 kilogrammes.

Le puits n° 2 possède deux cages de 900 kilogr., montant 1 000 à 1 400 kilogr. de charbon dans deux berlines du poids de 650 kilogr. Le câble pèse 270 kilogr. (2 kilogr. par mètre).

La station génératrice comprend : 1° une machine à vapeur Corliss de 275 chevaux, très robuste, et munie d'un volant de 8 tonnes, en raison des énormes variations de puissance qu'elle supporte ; 2° un alternateur Alioth à induit fixe, donnant du courant à 3 000 volts et 50 périodes ; 3° l'excitatrice, le transformateur-réducteur de tension pour les moteurs de l'usine et l'éclairage, le tableau, etc.

La ligne aérienne, accompagnée d'une ligne téléphonique, aboutit au puits n° 1 et y transmet environ 70 kilowatts (15 à 18 pour le treuil n° 1, 50 à 55 pour le treuil n° 2, et le reste pour l'éclairage).

Un transformateur ramène d'abord la tension à 220 volts. Chaque treuil a un tableau de commande.

Treuil n° 1. — Ce treuil, à double tambour (fig. 12 et 13), est mû par un moteur Alioth M qui tourne à 950 tours et commande l'arbre par un engrenage à chevrons, avec manchon d'accouplement semi-élastique. Le câble fait alors 3 mètres par seconde et la charge réelle peut atteindre 400 kilogrammes.

Il existe un rhéostat métallique de démarrage et de freinage, un frein à ruban, et un indicateur de position qui joue le rôle d'évite-moiettes.

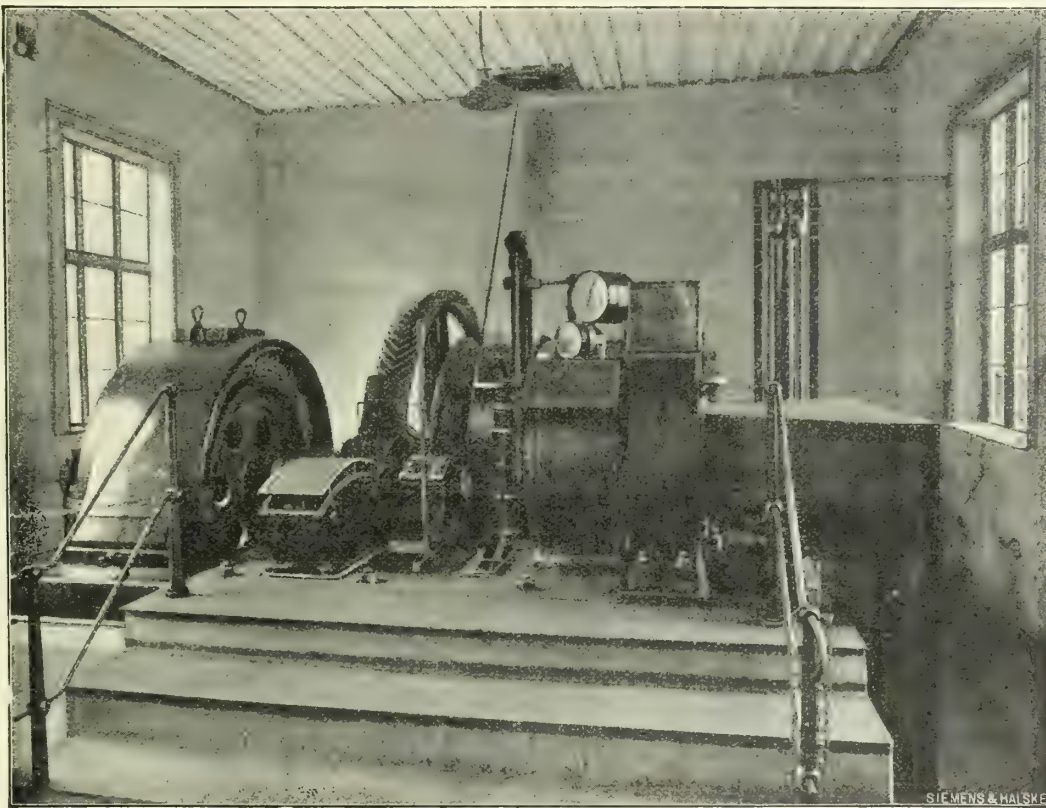


Fig. 9. — Machine d'extraction électrique du puits Hohenegger, à Karwin (Silésie).

le champ magnétique des moteurs, on arrive à produire toute une série normale de vitesses; les intermédiaires sont obtenues au moyen des rhéostats, avec une petite perte d'énergie. La revision du câble se fait à la vitesse de 0^m 30 par seconde.

La batterie d'accumulateurs est composée de 250 éléments ayant une capacité de 500 ampères-heure avec une durée de décharge de une à trois heures. Elle est divisée en quatre groupes de 50 éléments (125 volts); plus, à chaque extrémité de la batterie, deux petits groupes de 50 volts, qui peuvent être mis en circuit indépendamment, pour les manœuvres à la recette. On augmente le voltage graduellement par l'adjonction successive des quatre groupes. Pour que la charge de la batterie reste sensiblement uniforme, on a soin de faire varier les groupes mis en circuit. A chaque cordée on réalise une inversion de pôles qui remplit ces conditions. D'ailleurs un convertisseur spécial permet de recharger chaque groupe séparément si l'un d'eux se trouve avoir plus travaillé que les autres.

L'appareil de démarrage, placé sous le poste du mécanicien, comprend (fig. 15) deux rhéostats, absolument indépendants. Pour la vitesse maximum de 20 mètres, chaque moteur est relié à son rhéostat; pour la marche réduite, un rhéostat suffit. Un commutateur spécial situé sur le sol permet les couplages suivants :

- 1° Moteurs en série avec le rhéostat I;
- 2° Moteurs en série avec le rhéostat II;
- 3° Moteurs en dérivation avec les rhéostats I et II
- 4° Moteur I seul avec le rhéostat I;
- 5° Moteur I seul avec le rhéostat II;
- 6° Moteur II seul avec le rhéostat I;
- 7° Moteur II seul avec le rhéostat II;
- 8° Moteurs en série avec le générateur.

L'axe de l'appareil de démarrage (fig. 1, pl. IV) traverse la voûte de

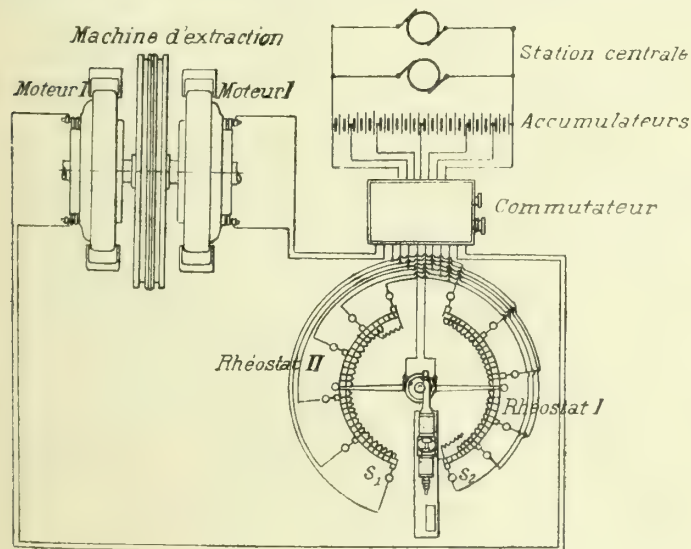


FIG. 15. — Schéma du couplage de la machine d'extraction avec la batterie d'accumulateurs.

la fondation; il est muni d'un pignon avec crémaillère que commande un servo-moteur à air comprimé. Ce servo-moteur est actionné par un levier différentiel avec lequel le tiroir est toujours ramené à sa position centrale pour n'importe quel déplacement du levier. Pour la mise en marche, on se sert du levier de manœuvre qui glisse dans une coulisse et, suivant que l'on appuie à gauche ou à droite, on détermine

le sens de la marche. Il suffit ensuite d'appuyer le levier dans la coulisse pour produire le mouvement.

Sur l'appareil de manœuvre est encore fixé le levier de commande du frein à air comprimé; celui-ci ne peut être actionné que quand les moteurs sont mis hors circuit. Signalons aussi l'appareil de sûreté Baumann, qui empêche de dépasser la vitesse maximum prévue, en mettant automatiquement les moteurs hors circuit et en faisant agir

les freins. Enfin on a aussi prévu un autre indicateur qui, à l'approche du jour, arrête automatiquement le courant en ramenant le levier de démarrage au zéro.

Actuellement l'extraction, d'environ 1000 tonnes par jour, se faisant à la profondeur de 280 mètres seulement, on n'emploie que la vitesse de 10 mètres par seconde, et les deux moteurs sont couplés en série.

Telle que nous venons de la décrire, la machine était exposée à Dusseldorf en 1902 et a fonctionné durant un certain temps. Mais depuis cette époque, la maison Siemens et Halske, constructeur de l'installation électrique, ayant fusionné avec la Société Schuckert, cette nouvelle Société a définitivement adopté le système Ilgner et, pour montrer par une application en grand ce que

l'on pouvait en attendre, elle a décidé d'adoindre à l'installation du puits Zollern II un compensateur Ilgner. On peut donc, à présent, mettre la machine en marche, ou avec la batterie d'accumulateurs, ou avec le compensateur-régulateur à volant.

Ici encore le groupe régulateur est composé: 1° d'un moteur de 300 chevaux, recevant son courant du circuit principal à 500 volts, et de la dynamo, fournissant aux moteurs d'extraction le courant secondaire dont le voltage varie avec la vitesse à obtenir; 2° du volant régulateur. Celui-ci, en fonte d'acier d'une seule pièce, a 4 mètres de diamètre, tourne à 350 tours (soit à une vitesse tangentielle de 73 mètres par seconde), et pèse 40 tonnes.

Le moteur et la dynamo sont montés en porte à faux de chaque

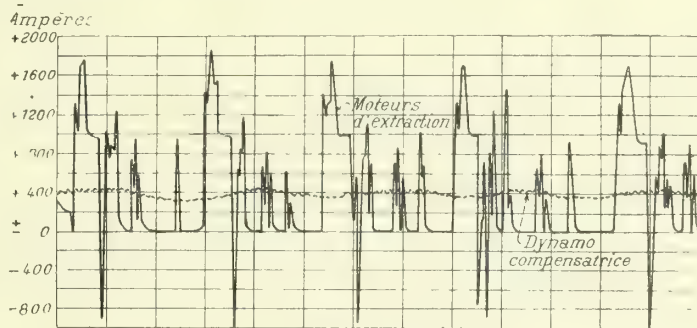


FIG. 16. — Diagrammes des intensités de courant dans les moteurs d'extraction et dans la dynamo compensatrice du régulateur Ilgner.

côté du volant, de façon qu'il suffit de deux paliers munis d'un système spécial de graissage pour toute la machine. On pense aussi à réduire la résistance que l'air présente au volant en faisant tourner ce dernier dans un bâti fermé.

Les courbes de la figure 16 représentent, d'une part, les intensités de courant absorbées par les moteurs d'extraction, d'autre part, le courant produit par la dynamo et envoyé aux moteurs. Le diagramme comprend cinq cordées successives. On voit combien la régulation est parfaite, puisque la dynamo compensatrice débite à peu près constamment 400 ampères.

L'installation du puits Zollern II, en marche depuis fin 1903, a donné des résultats très satisfaisants.

H. SCHMERLER,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

LE DÉVELOPPEMENT DU COMMERCE DES ÉTATS-UNIS

Projet de chemin de fer pan-américain.

En examinant (1) les conséquences de l'ouverture du canal de Panama, nous avons fait remarquer que la nouvelle voie favorisera beaucoup plus le commerce des États-Unis avec la côte occidentale de l'Amérique du Sud que celui de l'Europe avec les mêmes pays. Nous avons montré que, grâce à la plus grande réduction de distance dont bénéficieront les navires venant de la côte orientale de l'Amérique du Nord dans l'Océan Pacifique par rapport à ceux y venant d'Europe, il était à craindre que les produits européens ne soient supplantés par les exportations américaines. Ces exportations paraissent d'ailleurs devoir pénétrer et se développer non seulement dans l'Amérique du Sud mais même en Europe, et l'on commence sérieusement à redouter que les produits manufacturés américains ne viennent, prochainement, faire une importante concurrence aux produits européens et cela même sur leurs propres marchés.

Il suffit de considérer la rapidité avec laquelle se sont développés la production et le commerce des États-Unis pour se rendre compte que non seulement ces craintes ne sont pas vaines mais que leur réalisation peut être très rapprochée. A cet effet, il nous paraît intéressant de donner ici quelques chiffres tirés des plus récentes statistiques et mettant en relief la rapidité et l'importance de l'accroissement de la puissance industrielle et du commerce des États-Unis par rapport aux trois grands pays exportateurs européens : la Grande-Bretagne, l'Allemagne et la France.

Nous donnerons d'abord quelques renseignements tirés d'un rapport très documenté, publié récemment par le Ministère des Finances des États-Unis, sur l'état comparé du commerce intérieur et extérieur de la grande république américaine pendant ces dernières années.

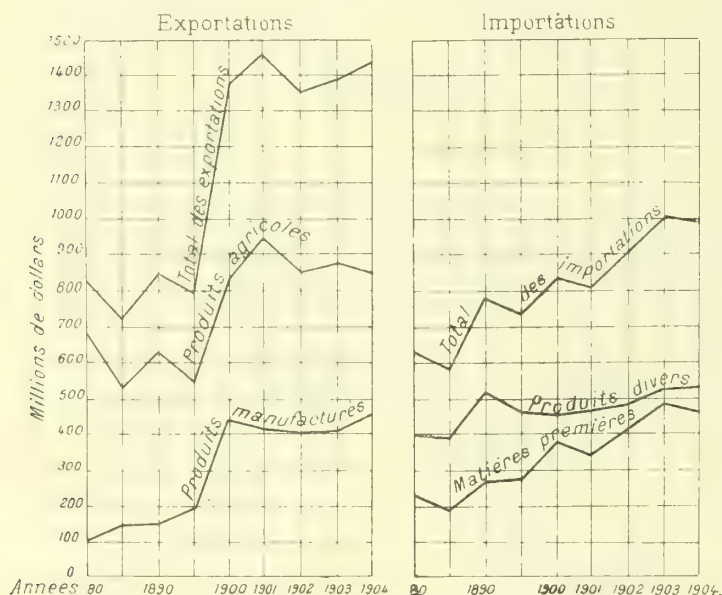


Fig. 1 et 2. — Diagrammes montrant la progression du commerce des États-Unis de 1880 à 1904.

Commerce général. — L'année fiscale 1903-1904, se terminant fin juin, est celle dont le commerce général total a jusqu'ici été le plus élevé : sa valeur atteint près de 13 milliards de francs ; en 1902-1903 les importations seules, et, en 1900-1901, les exportations seules ont été supérieures à celles de la dernière année, ainsi qu'on peut le voir sur les diagrammes ci-dessus (fig. 1 et 2).

Une des particularités les plus caractéristiques du commerce américain est l'énorme excédent des exportations sur les importations, ainsi que cela résulte de la comparaison des figures 1 et 2. On voit de plus que, pendant la période 1893-1904, tandis que les premières ont passé de 800 millions de dollars à 1 440 millions, c'est-à-dire se sont accrues de 80 %, les importations n'ont augmenté que de 740 millions de dollars à 990 millions, soit de 35 %. Si l'on considérait une période un peu antérieure, on verrait que tandis que le chiffre des exportations a doublé en dix ans, celui des importations a mis vingt-trois ans à le faire.

Cette supériorité presque constante des exportations sur les importations n'a d'ailleurs commencé à se produire qu'en 1876. De 1790 à 1875 c'est le contraire qui avait eu lieu, ainsi que le montre le tableau ci-après :

Millions de dollars.

Excédent des importations sur les exportations.	de 1790 à 1875	2 170
	de 1875 à 1904	49
TOTAL de 1790 à 1904		2 219
Excédent des exportations sur les importations.	de 1790 à 1875	171
	de 1875 à 1904	6 322
TOTAL de 1790 à 1904		6 493

De 1876 à 1904, trois années seulement (1888, 1889 et 1893) ont eu des excédents d'importations sur les exportations, et le total de ces excédents ne s'élève qu'à 171 millions de dollars, tandis que le total des excédents des exportations, pendant les autres années de la période considérée, s'élève à 6 322 millions de dollars.

Le tableau suivant montre l'accroissement de la superficie, de la population et de la richesse publique :

ANNÉES	SUPERFICIE en milles carrés	POPULATION		FORTUNE PAR HABITANT	
		totale	par mille carré	en dollars	en francs
1800	827 844	5 308 483	6,41	»	»
1850	2 980 959	23 191 876	7,78	307,69	1 393,83
1860	3 025 600	31 143 221	10,39	513,93	2 662,15
1870	3 025 600	38 558 371	12,74	779,83	4 039,51
1880	3 025 600	50 155 783	16,57	850,20	4 404,03
1890	3 025 600	62 622 250	20,70	1 038,57	5 379,79
1900	3 025 600	76 304 387	25,22	1 235,86	6 401,75
1904	3 025 600	81 752 000	27,02	»	»

Produits agricoles. — Le graphique des exportations (fig. 1) montre l'augmentation très rapide, de 1894 à 1900, du chiffre des produits manufacturés exportés et la diminution, depuis l'année 1901, des produits alimentaires exportés. On sait qu'en raison de leurs immenses richesses agricoles, les Américains rêvaient, il y a quelques années, de devenir les pourvoyeurs de l'Europe en provisions de bœuf. Ces prévisions ne se sont pas complètement réalisées et la raison en est beaucoup moins dans les droits protecteurs mis sur ces produits par certains pays, que dans l'accroissement de la population et de la consommation locale.

Cette constatation se vérifie dans les chiffres relatifs à l'importation : il y a augmentation sur les produits alimentaires ; il y a également augmentation sur les matières premières et diminution considérable sur les produits entièrement ou partiellement manufacturés. Ce dernier fait confirme l'opinion que les Américains tendent de plus en plus à être leurs propres fournisseurs et à s'affranchir industriellement de tous les autres pays.

Les produits agricoles exportés comprennent principalement : le coton brut (32 % des produits agricoles exportés en moyenne de 1894 à 1904), la viande et le bétail (28,5 %), les grains et farines (29 %) ; ces chiffres ont passé en 1904 respectivement à 43, 25 et 17 %. La consommation du coton brut dans la métropole même comprend la consommation réelle et celle du coton employé à la fabrication des cotonnades destinées à l'exportation ; le chiffre total augmente considérablement et d'une façon continue ; le pays importe même du coton provenant d'Égypte.

Production des mines et de la métallurgie. — En 1894, la production annuelle de la houille, aux États-Unis, n'était que de 152 millions de tonnes, tandis qu'elle a été, en 1904, de 319 millions de tonnes, c'est-à-dire qu'en dix ans elle a plus que doublé.

La progression de la quantité de fonte produite pendant cette même période a été encore plus grande : elle a passé de 7 à 18 millions de tonnes. C'est notablement plus du tiers de la production du monde entier qui, en 1904, n'a pas tout à fait atteint 50 millions de tonnes.

Enfin, l'exportation des produits sidérurgiques, malgré une consommation locale qui a plus que doublé, a passé, pendant la même période décennale, de 150 millions de francs à 560 millions.

Le tableau ci-dessous montre comment ont progressé les productions de houille et de fonte, de 1870 à 1900, aux États-Unis et dans les trois grands pays exportateurs européens : Angleterre, France et Allemagne (en millions de tonnes anglaises de 1 016 kilogr.) :

	HOUILLE			FONTE		
	1870	1900	accroissement 0 0	1870	1900	accroissement 0 0
Angleterre	120	217	81	6,4	9,0	40
France	15	31	107	1,2	2,7	125
Allemagne	32	103	219	1,8	8,3	365
États-Unis	42	214	481	2,2	14,1	595

(1) Voir le Génie Civil, t. XLVII, n° 3, p. 36.

Quant à la consommation par tête (production et importation, sous déduction des exportations), elle a été pour la houille, en tonnes :

ANNÉES	ANGLETERRE	FRANCE	ALLEMAGNE	ÉTATS-UNIS
1885	3,57	0,75	1,41	1,76
1889	3,76	0,83	1,28	2,05
1896	3,82	0,98	1,47	2,41
1900	4,08	1,19	1,77	3,08

Si l'on admet que la consommation de la houille est un indice de l'activité industrielle, le tableau ci-dessus montre que cette activité

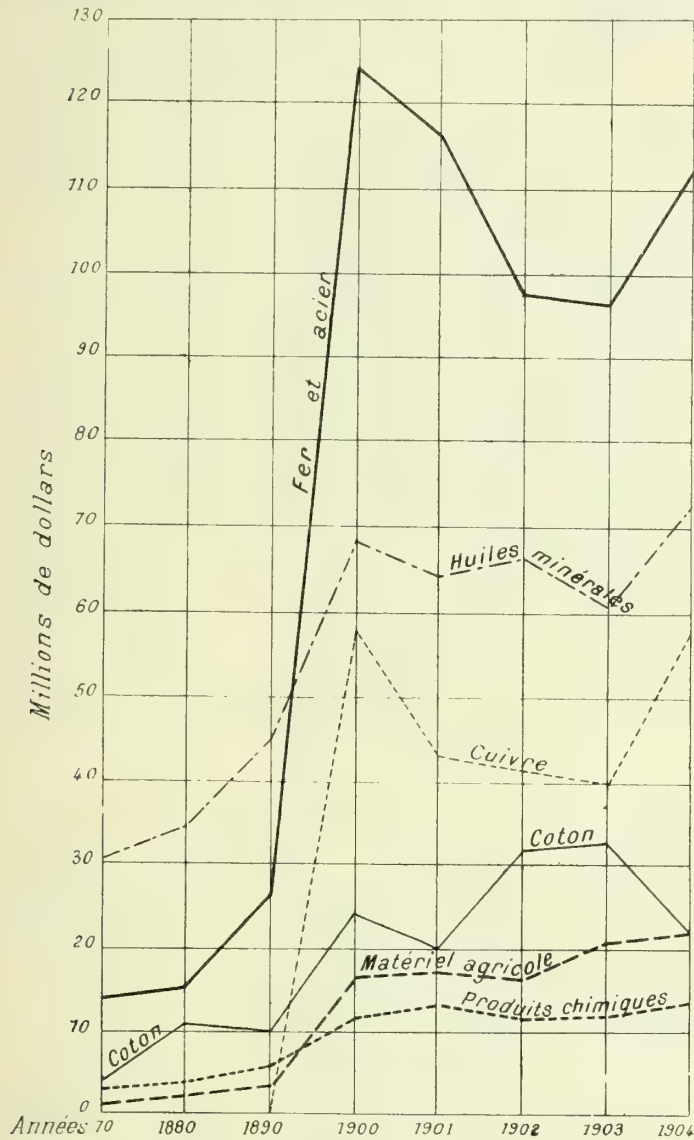


Fig. 3. — Valeur des principaux articles manufacturés exportés par les États-Unis de 1870 à 1904.

a beaucoup plus rapidement progressé aux États-Unis que dans les pays d'Europe.

Le tableau suivant montre comment a varié, de 1880 à 1903, la valeur des produits manufacturés exportés par les États-Unis et par les trois grands pays exportateurs européens :

Exportations des produits manufacturés par les quatre grands pays producteurs en 1880 et en 1903.

	MONTANT DES EXPORTATIONS EN MILLIONS DE FRANCS		ACCROISSEMENT	
	1880	1903	total	0/0
Angleterre	4 982	5 900	918	18,46
France	1 750	2 100	350	19,64
Allemagne	2 377	4 025	1 648	69,66
États-Unis	530	2 337	1 807	339,85

L'augmentation colossale de 340 %, pour les États-Unis, de la quantité de produits manufacturés exportés dans cet intervalle de vingt-trois années, ne donne qu'une idée imparfaite de l'accroissement de la production de ce pays. Cette dernière apparaît encore plus consi-

dérable si l'on songe que pendant le même laps de temps la population de ce pays a passé de 59 à 82 millions d'habitants et qu'elle a absorbé une proportion considérable des produits considérés.

Quoiqu'il soit impossible de déterminer avec une certaine approximation la valeur comparée des produits manufacturés des divers pays, les chiffres suivants, donnés par Mulhall, fixent cependant l'ordre dans lequel il faut classer les quatre grands pays considérés :

Valeur approximative des produits manufacturés dans les quatre grands pays producteurs, en 1888 et en 1900.

	MONTANT DE LA VALEUR EN MILLIONS DE FRANCS		ACCROISSEMENT	
	1888	1900	total	0/0
Angleterre	20 600	25 825	5 225	25,0
France	12 175	17 800	5 625	46,0
Allemagne	14 650	23 750	9 100	62,0
États-Unis	36 250	67 150	30 900	85,0

D'après ce tableau la puissance de production actuelle des États-Unis serait équivalente à celle de l'Angleterre, de la France et de l'Allemagne réunies.

L'ensemble des tableaux et des diagrammes ci-dessus montre bien le danger que l'expansion du commerce américain fait courir au commerce européen. Les préoccupations à ce sujet des pays précités se sont déjà manifestées sous diverses formes et l'idée d'une union douanière européenne a déjà été mise en avant pour lutter contre l'invasion des produits américains.

Peut-être l'Europe pourra-t-elle, par ce moyen ou par tout autre, empêcher ces produits de pénétrer chez elle en trop grande quantité et à des prix ruineux pour sa propre industrie, mais on ne voit pas comment elle pourra continuer à lutter efficacement avec les États-Unis sur les marchés des autres pays, surtout si l'on considère les efforts faits par cette nation pour accroître ses débouchés.

Projet de chemin de fer pan-américain. — Les chiffres qui précèdent montrent le merveilleux accroissement des exportations des États-Unis, mais sans indiquer les pays dans lesquels ces exportations ont progressé. Le tableau ci-dessous comble cette lacune :

Exportations des États-Unis vers divers pays (en millions de dollars) (1).

	1890-1891	1894-1895	1899-1900
Canada	39,4	54 »	97,3
Mexique	15 »	13 »	35 »
Amérique centrale	8,8	6,7	6 »
Antilles	35,3	29,9	49,3
Amérique du Sud	33,7	33,5	38,9
Europe	704,8	673 »	1 040,2
Asie	25,6	25,6	64,9
Océanie	18,6	17,2	43,4
Afrique	4,7	13,9	19,4

On voit que, pendant la période 1890-1900, tandis que les exportations des États-Unis vers l'Europe ont augmenté de près de moitié, que celles qui se dirigent vers l'Asie et l'Océanie ont plus que doublé et que celles qui vont en Afrique ont quadruplé, la progression du mouvement vers l'Amérique du Sud a été presque nulle.

Diverses raisons expliquent le peu d'importance relatif des échanges entre les deux parties du Nouveau-Monde. D'une part, les États-Unis ont été jusque dans ces dernières années un pays exportant surtout des matières premières dont n'avaient pas besoin les pays peu industriels de l'Amérique du Sud. D'autre part, ces derniers avaient depuis longtemps d'étroites relations avec les pays d'Europe à qui ils devaient leur civilisation et auxquels ils livraient leurs matières premières en échange de produits manufacturés.

Depuis déjà un certain nombre d'années, les États-Unis cherchent à nouer avec l'Amérique du Sud des relations plus étroites et à améliorer les moyens de communications de façon à faciliter les échanges. A diverses reprises, des gens autorisés ont fait remarquer combien étaient défectueux les services de navigation qui desservent la côte de l'Océan Pacifique et surtout ceux qui mettent en communication la côte Atlantique des États-Unis avec ce même océan au moyen du chemin de fer qui traverse l'isthme de Panama. Dans un précédent article (2), nous avons montré le rôle restreint auquel avait été réduit

(1) D'après M. Pierre LEROY-Beaulieu, *L'économie mondiale*, 1904, p. 100.
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 2, p. 22.

ce chemin de fer par suite de la guerre que lui ont faite les Compagnies de chemins de fer qui relient les deux océans à travers l'Amérique du Nord.

Cet état de choses est loin de satisfaire l'intérêt général du marché américain, en quête de nouveaux débouchés; aussi comprend-on aisément que les États-Unis se soient enfin passionnés pour le percement du canal de Panama. Ainsi que nous l'avons fait remarquer (1), cette nouvelle voie est de nature à faciliter dans la plus large mesure le commerce de ce pays avec l'Amérique méridionale et à lui permettre d'y substituer ses produits aux produits européens.

Un projet beaucoup moins pratique, mais non moins intéressant, aurait pour effet, non de faciliter dans une grande mesure l'échange des marchandises, mais d'établir des relations plus étroites entre l'Amérique du Nord et l'Amérique du Sud : c'est le projet de chemin de fer pan-américain ou intercontinental dont nous allons exposer sommairement l'état d'avancement.

L'idée d'un chemin de fer réunissant les grandes villes des deux Amériques à travers les isthmes de l'Amérique centrale ne prit corps qu'en 1889-1890, lors de la réunion à Washington du premier Congrès pan-américain. Pourtant, depuis de longues années déjà, cette idée était défendue énergiquement par son promoteur, M. Hinton Rowan Helper. Celui-ci eut enfin la satisfaction de la voir entrer dans la voie de la réalisation : à la suite d'une résolution prise par ce Congrès, son projet d'ensemble fut sinon adopté du moins pris en sérieuse considération. Le *Pan-American Railway Committee*, d'un caractère permanent, fut créé et un corps d'Ingénieurs fut chargé d'étudier les conditions de possibilité technique d'une pareille voie, de faire un relevé topographique d'ensemble des régions traversées, et d'indiquer le ou les tracés les plus convenables. Les travaux de ce corps d'Ingénieurs durèrent de 1892 à 1896 et firent l'objet d'un volumineux rapport.

A la deuxième réunion du Congrès pan-américain, qui s'est tenu à Mexico pendant l'hiver 1901-1902, les travaux du Comité furent approuvés ainsi que le projet présenté par lui; en conséquence le Congrès invitait le Gouvernement des États-Unis à s'entendre avec les Gouvernements des républiques américaines intéressées, pour que dans le délai d'un an, des délégués nord-américains fussent envoyés dans lesdites républiques, afin d'y étudier les conditions économiques de l'établissement d'une pareille voie.

Il s'agissait d'étudier les ressources naturelles et industrielles de chaque pays, l'état actuel et le fonctionnement de leur système de voies ferrées, leur mode d'établissement, le chiffre d'affaires probable de la voie projetée et des lignes d'embranchement s'y rattachant, les chances d'augmentation du trafic, la nature et l'étendue des concessions que chacun des gouvernements serait disposé à accorder à l'entreprise.

Cette enquête économique a été faite et le rapport du commissaire,

M. Charles M. Pepper, qui en fut officiellement chargé par le Comité (1), a été remis au président Roosevelt qui l'a transmis au Congrès des États-Unis, le 15 mars 1904.

Le but apparent qu'on se propose d'atteindre en créant la voie pan-américaine est d'étendre des relations d'amitié entre les différents pays, et de favoriser leur développement économique, chacun d'eux devant profiter à la fois de son propre développement et du développement de ses voisins.

Dans son rapport le commissaire se défend bien de représenter aucun intérêt privé; les renseignements qu'il est allé recueillir et qu'il offre au public ont un caractère d'intérêt général et n'ont pour but que d'attirer l'attention des capitalistes quels qu'ils soient, et de les encourager à placer leurs fonds là où les conditions offertes par les différentes républiques leur paraîtront avantageuses.

La distance de la voie projetée entre New-York à Buenos-Ayres

est de 16 860 kilom.; sur cette longueur, 7 760 kilom. restaient à construire au 1^{er} janvier 1904. Dans l'intervalle de 1890 à 1904, 772 kilom. avaient déjà été construits sur les lacunes existantes, ce qui semble montrer que leurs tracés ont été inspirés en vue de leur utilisation future sur le parcours de la grande voie. Il faut remarquer, en effet, que les lacunes existent surtout dans les régions tropicales des deux Amériques et que les réseaux très complets des États-Unis, du nord du Mexique et de l'Argentine exigent relativement peu de choses pour s'adapter aux nécessités de la voie future.

La carte ci-contre (fig. 4) montre les tronçons à exécuter pour combler les lacunes. La construction de près de 8 000 kilom. de voies dans des conditions difficiles, au milieu des régions montagneuses de la Cordillère des Andes, constitue, à elle seule, une affaire très importante, et les Américains du Nord espèrent en profiter tout d'abord en tant que constructeurs et fournisseurs de matériel.

Pour convertir à ce projet les États intéressés, les États-Unis font valoir auprès d'eux l'intérêt économique et militaire de la voie pan-américaine et la nécessité d'une défense com-

mune contre les convoitises européennes. Or il est clair que les républiques sud-américaines n'ont rien à craindre de la lointaine Europe, tandis qu'au contraire elles ne sauraient se tenir trop en garde contre leurs puissants et remuants voisins du Nord. La vivacité avec laquelle ces derniers ont coutume, sous prétexte de défendre les intérêts de leurs nationaux, d'intervenir dans les pays troublés par des dissensions politiques, de-



FIG. 4. — Tracé schématique du projet de chemin de fer pan-américain.

(1) La composition du Pan-American Railway Committee, dont le siège est à Washington, est la suivante :

H. G. DAVIS, sénateur de la Virginie orientale, président;
Andrew CARNEGIE;
Manuel de AZPIROZ, ambassadeur du Mexique aux États-Unis;
Manuel ALVAREZ CALDERON, ministre du Pérou aux États-Unis;
Antonio LAZO ARRIGAGA, ministre du Guatemala aux États-Unis.

Il est à remarquer que les fonds attribués régulièrement au fonctionnement du Comité ont été jusqu'ici insuffisants, le complément nécessaire a été avancé par M. H. G. Davis et M. A. Carnegie.

vrait les faire tenir en suspicion par les nations dont la situation politique est encore instable.

Dans un discours prononcé à Colombus (Ohio) le 24 mai courant, M. Taft, ministre de la Guerre, a formulé une fois de plus le principe d'intervention des États-Unis dans l'Amérique espagnole, déjà proclamé l'an dernier, dans un message et dans un discours retentissants, par le président Roosevelt et par l'ex-secrétaire de la Guerre, M. Elihu Root. Il a déclaré que cette intervention doit s'exercer toutes les fois que la doctrine de Monroe est en jeu et que les circonstances exigent que l'on mette ordre aux affaires des républiques latines pour éviter de donner à l'Europe de justes raisons de se plaindre.

Le rapporteur du *Pan-American Railway Committee* ne dissimule d'ailleurs guère qu'il considère la plupart des pays de l'Amérique du Sud et surtout ceux de l'Amérique centrale comme des nations en état de minorité, qu'il y aurait lieu de mettre, en quelque sorte, sous la tutelle des États-Unis. Il conclut dans les termes suivants :

Il est opportun pour les États-Unis d'étendre leur commerce en encourageant la construction des voies ferrées dans les républiques voisines et amies. Celles-ci ne demandent qu'à être conduites par eux. Toutes les nations des trois Amériques profiteront des bénéfices du commerce ainsi développé.

L'attitude des divers gouvernements consultés a été très nette : tous désirent ardemment voir augmenter le placement des capitaux nord-américains dans leur pays et ils sont disposés à leur donner la préférence bien qu'ils ne puissent pour l'instant refuser les capitaux européens. Ils sont disposés à traiter aussi bien avec les Compagnies qu'avec les individus et à leur fournir toutes les garanties nécessaires.

Malgré cette bonne volonté plus ou moins réelle des divers pays intéressés, il ne nous semble pas que le chemin de fer pan-américain soit une entreprise dont on puisse prévoir la réalisation prochaine. L'ouverture du canal de Panama en retardera sans doute l'exécution en lui enlevant la plus grande partie de son intérêt au point de vue du transport des marchandises. Toutefois, il n'y aurait rien de surprenant à ce que les intrigues des lanceurs d'affaires des États-Unis ne parvinssent à mettre sur pied une entreprise qui, dans de certaines conditions, pourrait leur être fructueuse et fournir à leur pays l'occasion d'intervenir dans les gouvernements des républiques du centre et du sud de l'Amérique.

A. DUMAS,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

ÉLECTRICITÉ

LAMPE COOPER-HEWITT A VAPEUR DE MERCURE

Le *Génie Civil* a décrit, peu de temps après son invention (1), la lampe à vapeur de mercure de M. Cooper-Hewitt. Depuis lors, cette lampe, malgré la coloration spéciale de sa lumière (exemple de rayons rouges), a trouvé des applications déjà nombreuses, et elle est maintenant fabriquée commercialement. Sa très faible consommation (0,33 à 0,45 watt par bougie) en fait entrevoir le développement pour les cas où la coloration de la lumière n'a qu'une importance relative. Des recherches se poursuivent d'ailleurs en vue d'améliorer cette coloration.

Cette lampe se compose, comme on le sait, d'un simple tube vide d'air, muni d'une électrode à chaque extrémité. L'électrode négative

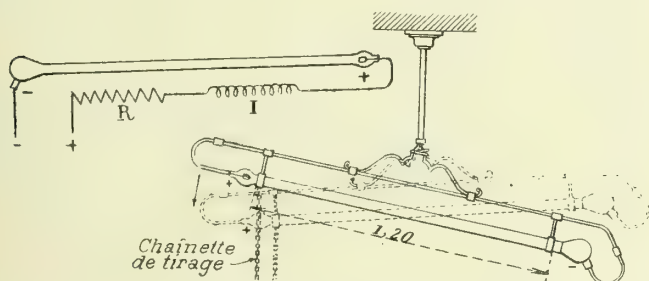


Fig. 1 et 2. — Lampe Cooper-Hewitt, et dispositif d'allumage par basculement.

est constituée par du mercure; l'électrode positive peut être, ou en mercure, ou en un autre métal tel que le fer. La longueur de la partie cylindrique du tube est proportionnelle à la tension. Le type le plus courant est construit pour 3 à 3,5 ampères.

Le fonctionnement de la lampe paraît être le suivant (2) : le passage du courant à la surface de l'électrode négative produit une pulvérisation du mercure, qui se condense ensuite dans une chambre de refroidissement, et retourne à la négative qui se régénère ainsi constamment.

Les lampes sont ordinairement branchées en série (fig. 1) avec une

résistance inductive I, formée de 800 spires enroulées sur un noyau de fer feuilleté, et une résistance ohmique R, qui sert à parfaire le réglage. Les lampes destinées à être accouplées en série sont en outre pourvues d'un shunt automatique, qui se trouve mis hors circuit par un petit interrupteur commandé par la bobine I.

A l'état ordinaire, la lampe offre une résistance de plusieurs milliers d'ohms, et il faut en provoquer artificiellement l'allumage.

Deux moyens principaux peuvent être employés pour cela : l'un consiste à faire basculer la lampe, comme le montre la figure 2, de façon à y provoquer un court-circuit; l'autre repose sur l'emploi d'un courant à tension plus élevée pour provoquer l'amorçage. C'est ce que permet la bobine I, par la tension d'extra-courant provoqué par la

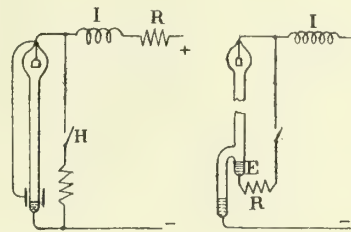


Fig. 3. Allumage par extra-courant. Fig. 4. — Allumage par électrode auxiliaire.

fermeture et l'ouverture (fig. 3) d'un interrupteur à huile H. Cet extra-courant provoque une tension élevée aux bornes du condensateur qui entoure l'électrode négative.

M. Cooper-Hewitt a employé (1902) une autre méthode que la figure 4 indique schématiquement. Le courant se trouve d'abord lancé entre l'électrode négative et une électrode auxiliaire E; de là, l'arc saute facilement à la positive principale, et on met hors circuit l'électrode E.

Malgré sa coloration spéciale, la lumière de l'arc au mercure permet le travail prolongé sans fatigue des yeux. La grande surface lumineuse rend inutile l'emploi de diffuseurs; il ne se produit pas d'ombre sensible. La lumière obtenue est très actinique. Comme correctif à l'absence de radiations rouges, on installe quelquefois des lampes à incandescence dans le voisinage, ce qui conduit évidemment à un sacrifice sur le rendement global. On a proposé l'emploi de la fluorescence pour arriver au même résultat sans lampe auxiliaire.

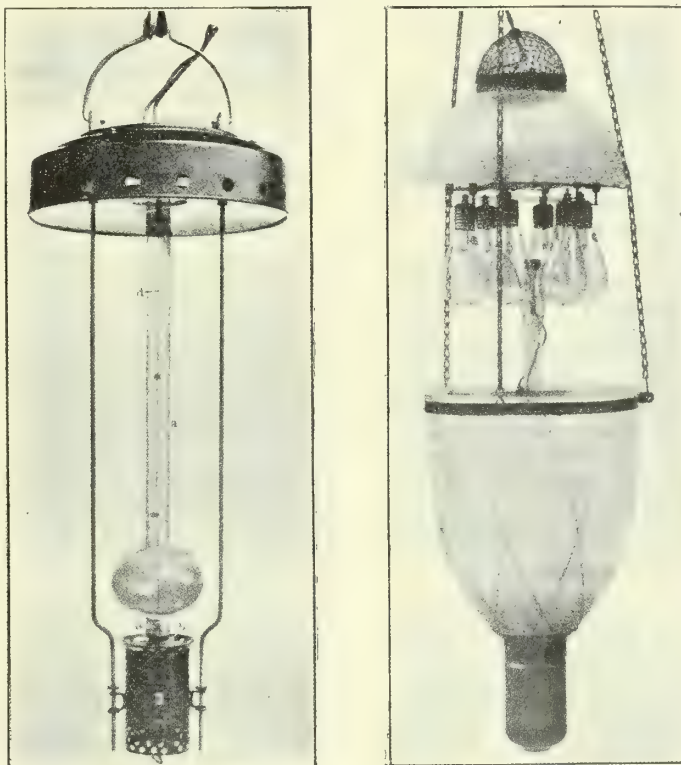


Fig. 5 et 6. — Deux modèles de lampe à mercure Cooper-Hewitt.

L'emploi de métaux autres que le mercure paraît pouvoir conduire au même résultat; mais jusqu'ici leur application a soulevé certaines difficultés (attaque du verre, difficulté de régénérer l'électrode négative).

La lampe émet également des rayons ultraviolets qui, dans le modèle ordinaire, sont absorbés par le verre. Pour des applications thérapeutiques, Heraeus a construit des lampes en quartz qui laissent passer ces rayons.

La durée de la lampe est des plus satisfaisantes, ainsi que la constance de son rendement. On cite des lampes ayant plus de 7 000 heures de durée, et dont l'intensité lumineuse, après avoir baissé d'environ 20 % dans les 100 premières heures, est restée ensuite constante. Il importe, au point de vue de la durée de la lampe, de ne pas dépasser l'intensité

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 22, p. 336, et t. XLV, n° 5, p. 87.

(2) D'après M. von Recklinghausen. *Elektrotechnische Zeitschrift*, du 22 décembre 1904.

pour laquelle elle est construite. Le rhéostat intercalé en série avec la lampe a précisément pour objet de régler cette intensité. Il est déterminé de façon qu'une lampe branchée sur 110 volts, par exemple, absorbe de 75 à 80 volts aux bornes.

Ce rhéostat n'intervient toutefois pas seul pour assurer la stabilité : la densité de courant et la densité du gaz jouent un rôle; l'emploi d'une chambre de refroidissement ou condenseur de mercure, en communication avec la chambre à gaz, exerce une influence au point de vue de l'insensibilité aux variations de tension du réseau et aux variations de température extérieure.

En mesurant, dans une lampe chauffée artificiellement de façon à faire varier la tension de vapeur de mercure, la tension nécessaire par unité de longueur du tube, M. Cooper-Hewitt a constaté que la tension est proportionnelle à la densité de vapeur, et inversement proportionnelle au diamètre du tube.

La figure 5 montre la lampe Cooper-Hewitt, sous la forme que construit la General Electric Co. Le tube est disposé verticalement, la cathode en mercure étant à la partie inférieure. Un filament de charbon, partant de l'anode, vient jusqu'à la partie inférieure de la lampe, où il touche un flotteur en fer reposant sur le mercure. Un solénoïde qui entoure la cathode attire ce flotteur lorsque le courant est lancé dans l'appareil, et il se produit une étincelle suffisante pour provoquer l'amorçage. Ce dispositif se prête au montage des lampes en dérivation ou en série, ce dernier groupement (marche à intensité constante) étant le plus avantageux, puisqu'il permet de supprimer la résistance en série, et par suite d'améliorer le rendement. Dans ces conditions, une lampe de 4 ampères sous 90 volts donne 200 bougies, à 45 degrés au-dessous de l'horizontale.

La figure 6 se rapporte à une lampe ne différant de la précédente que par l'addition d'un certain nombre de lampes à incandescence, qui améliorent la coloration de la lumière.

JURISPRUDENCE

DE LA RESPONSABILITÉ DES ACCIDENTS occasionnés par les machines agricoles.

La loi du 9 avril 1898, *concernant les responsabilités des accidents dont les ouvriers sont victimes dans leur travail*, a été faite pour les entreprises qui ont un caractère plus particulièrement industriel.

A ce titre, elle ne s'applique pas à l'agriculture. Mais, comme il avait été observé que certains travaux agricoles peuvent comporter accidentellement l'emploi de moteurs mécaniques, ce point fut réservé pour faire l'objet d'une disposition spéciale, et il y a été pourvu par la loi du 30 juin 1899 *concernant les accidents causés dans les exploitations agricoles par l'emploi de machines mues par des moteurs inanimés*.

Voici le texte de l'article unique de cette loi :

Les accidents occasionnés par l'emploi de machines agricoles mues par des moteurs inanimés et dont sont victimes, par le fait ou à l'occasion du travail, les personnes, quelles qu'elles soient, occupées à la conduite ou au service de ces moteurs ou machines, sont à la charge de l'exploitant dudit moteur.

Est considéré comme exploitant l'individu ou la collectivité qui dirige le moteur ou le fait diriger par ses préposés.

Si la victime n'est pas salariée ou n'a pas un salaire fixe, l'indemnité due est calculée selon les tarifs de la loi du 9 avril 1898, d'après le salaire moyen des ouvriers agricoles de la commune.

En dehors du cas ci-dessus déterminé, la loi du 9 avril 1898 n'est pas applicable à l'agriculture.

Ce texte indique bien que ce n'est que dans une mesure étroite et à des conditions très précises que les principes nouveaux du risque professionnel et de l'indemnité forfaitaire ont été étendus aux accidents résultant de travaux agricoles. Mais, dans ces limites, la loi du 9 avril 1898 est pleinement applicable dans la plupart de ses règles de forme et de fond, y compris les diverses modifications qui ont été apportées à cette matière par les lois du 22 mars 1902 et du 31 mars 1905.

La loi du 30 juin 1899 ne comprend pas l'ensemble des accidents si nombreux, si variés, qui peuvent survenir dans les exploitations agricoles; elle ne vise expressément que ceux qui sont « occasionnés par l'emploi de machines agricoles mues par l'emploi de moteurs inanimés ».

Peu importe, d'ailleurs, qu'il s'agisse d'un moteur installé en permanence dans l'exploitation, ou mis en œuvre pendant quelques jours ou quelques heures seulement en vue d'accomplir une besogne généralement annuelle, telle que le battage d'une récolte ou le labourage à la vapeur.

Mais il est indispensable que la victime ait été occupée à la conduite ou au service de la machine et que l'accident soit le résultat direct de l'emploi de cette machine.

Il a été jugé, en ce sens, qu'on ne peut considérer comme tombant sous l'application de la loi du 30 juin 1899 l'accident éprouvé, dans une ferme, par un ouvrier employé au démarrage d'une machine

agricole, à un moment où le moteur ayant servi à actionner cette machine était sorti de ladite ferme. (C. cass., 4 août 1902; *Rec. Gaz. Trib.*, 1903, 1^{er} sem., 1-28.)

Jugé, de même, que cette loi ne s'applique pas à l'accident dont a été victime un ouvrier chauffeur, au service d'un entrepreneur de battage, alors qu'accompagnant, sur l'ordre de son maître, d'un village à un autre, une batteuse à vapeur, il a, pendant le transport, été blessé par suite d'un recul de ladite machine dû à la rupture d'une chaîne d'attelage. (C. cass., 6 janvier 1903; *Rec. Gaz. Trib.*, 1903, 1^{re} sem., 1-184.)

Il a paru, dans ces diverses espèces, qu'il n'y avait pas suffisante relation de cause à effet entre le fonctionnement même du moteur et l'accident.

Lorsque le cultivateur n'est pas propriétaire du moteur, et qu'il ne l'exploite pas lui-même, c'est l'exploitant dudit moteur qui encourt les responsabilités de la loi. La condition d'exploitation est essentielle, car on ne saurait rendre responsable des accidents occasionnés par sa machine, celui qui n'en est que propriétaire, alors que ce moteur est actionné, dirigé, exploité de place en place par un autre que lui et peut-être fort loin de lui. Tel serait aussi le cas du constructeur de machines qui les louerait à un entrepreneur de battage qui va opérer dans toutes les communes d'une région : la responsabilité des accidents occasionnés par l'exploitation de ces machines n'incombe qu'à l'entrepreneur seul, car c'est lui qui met le moteur en œuvre, qui l'actionne, qui le dirige ou le fait diriger, qui lui donne le mouvement, la puissance agissante et génératrice des accidents.

En ce qui concerne le cultivateur, qui traite avec l'exploitant du moteur pour l'exécution des travaux que comportent ses terres ou sa récolte, il est si vrai qu'aucune responsabilité ne saurait lui incomber que, par arrêt du 10 juillet 1902 (*Rec. Gaz. Trib.*, 1903, 1^{er} sem., 2-37), la Cour de Montpellier a jugé que le cultivateur lui-même, qui a été blessé par une machine agricole travaillant pour son propre compte, mais comme aurait pu l'être un ouvrier ordinaire au service de ladite machine, est en droit d'invoquer, contre l'exploitant de cette machine, les dispositions de la loi du 30 juin 1899, en vue d'obtenir une indemnité.

C'est qu'en effet, il résulte du texte de la loi que l'exploitant de machines mues par des moteurs inanimés est responsable des accidents survenus par le fait ou à l'occasion du travail, non seulement à l'égard des ouvriers par lui personnellement et directement engagés, mais encore à l'égard de toutes personnes, *quelles qu'elles soient*, occupées à la conduite ou au service de ces moteurs ou machines. (Cour de Douai, 5 juin 1901; *Rec. Douai*, 1902, p. 421.)

Il est également indifférent de rechercher si la victime travaillait en exécution d'un contrat de salaire; il n'importe pas davantage que la victime fût salariée par le cultivateur ou par l'exploitant du moteur. Celui-ci est responsable, par cela seul que l'accident procède de la coopération directe de la victime à l'œuvre de la machine. Cette idée a été très exactement précisée par le rapporteur de la loi dans les termes suivants :

Quand l'opération dont il s'agit a lieu dans une exploitation agricole très importante, sur un riche domaine, chez un grand propriétaire, tous les travailleurs qui y prennent part sont généralement des ouvriers proprement dits.

Il n'en va pas de même dans le cas beaucoup plus fréquent où la machine sert, par exemple, à battre la récolte d'un petit propriétaire. Comment les choses ici se passent-elles ?

L'entrepreneur de battage vient avec sa machine, accompagné d'un petit nombre d'aides, mécaniciens ou chauffeurs, qui sont ses propres salariés; le cultivateur intéressé fait appel au concours de quelques amis et voisins; ceux-ci le lui accordent gracieusement et à charge de revanche; parmi les personnes occupées à l'opération se trouvent donc le plus souvent de petits propriétaires, non salariés au sens exact de ce mot, mais indiscutablement travailleurs, de ressources infiniment modestes, gagnant leur vie par l'effort quotidien de leurs bras. Quand la batteuse est en activité, quand la cour de la ferme ou la petite place voisine est emplie de bruit et de poussière, les quinze ou vingt personnes, hommes ou femmes, qui servent la machine vont, viennent, s'agitent, obéissent au même signal, supportent les mêmes fatigues, s'exposent aux mêmes dangers, sans qu'il soit possible de distinguer ceux qui sont salariés et ceux qui ne le sont pas. Il serait souverainement injuste en droit et funeste au point de vue social d'établir une différence entre les uns et les autres, de n'accorder les bénéfices de la loi qu'à une partie seulement de ce groupe d'hommes, camarades de labeur, besognant en commun, et d'en priver arbitrairement les autres (!).

En présentant ainsi la responsabilité de l'exploitant de moteurs agricoles, la loi du 30 juin 1899 s'est quelque peu séparée de la loi originaire du 9 avril 1898, qui lui a pourtant servi de base, et qui suppose essentiellement que les victimes d'accidents sont liées par un contrat de louage de services avec le patron responsable.

Louis RACHOU.

Docteur en droit,
Avocat à la Cour d'appel de Paris.

1. Chambre des députés, séance du 8 juin 1899; *Journ. Off. int.*, du 9 juin 1899, déb. parl., p. 4394.

VARIÉTÉS

Parachute pour valves de cheminées d'usines.

Les figures 1 et 2 représentent un parachute extrêmement simple appliqué aux valves des carneaux des appareils à vent dans une usine de la Société des Hauts Fourneaux de Longwy et de la Sauvage.

La valve *a* est manœuvrée au moyen d'une manivelle *e* qui commande, par l'intermédiaire d'un pignon et d'une crémaillère *c*, la chaîne *b*. Un contrepoids *d* sert à l'équilibrage de l'ensemble.

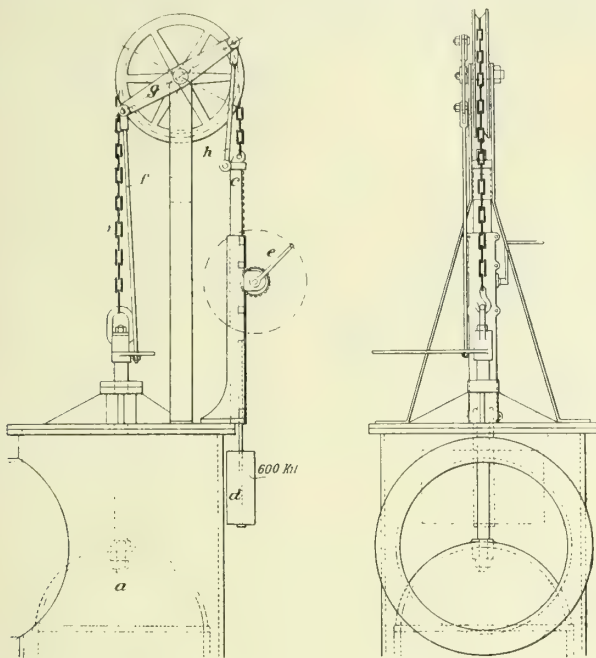


Fig. 1 et 2. — Élévation et vue en bout du parachute.

En raison du poids élevé de ces pièces, il peut arriver une rupture de la chaîne qui entraîne immédiatement un mouvement rapide de la manivelle, capable de blesser gravement l'ouvrier.

Pour parer à ce danger, on a doublé la chaîne par un balancier *f, g, h*, articulé sur l'axe de la poulie, de façon à supporter momentanément le poids de la valve et du contrepoids en cas de rupture d'un maillon.

Ce dispositif est susceptible d'application à de nombreux types de registres ou de valves de cheminées d'usines.

Emploi de l'acétate de cuivre dans le traitement de la vigne contre le mildiou.

Les pulvérisations de composés cuivriques sur les feuilles de vigne, en vue de combattre les maladies cryptogamiques, nécessitent, pour être efficaces, que la bouillie, une fois déposée, laisse un produit ayant une certaine adhérence. Ce produit, persistant alors sur la feuille malgré la pluie et le vent pendant un temps suffisant, permet à l'action destructrice des sels cuivriques sur les algues et les champignons de s'exercer.

Lors de la préparation des bouillies, on ajoute souvent de la melle ou du savon pour augmenter l'adhérence. Cette addition, si faible soit-elle, augmente le prix et surtout la complication du traitement; or, la préparation des bouillies, bien que simple en apparence, présente déjà trop de difficultés pour la majeure partie des vignerons, aussi la tendance est-elle de substituer aux bouillies faites au fur et à mesure, des bouillies qu'on trouve toutes préparées dans le commerce; quelques-unes même, renfermant des composés à base de soufre auraient, au dire des fabricants, l'avantage de dispenser des pulvérisations de soufre (1) faites en vue de combattre d'autres maladies cryptogamiques.

C'est pour éviter ces complications que de simples dissolutions, très économiques d'ailleurs, comme celle du permanganate de potassium, ont été essayées. Ce sel, par exemple, se transforme presque immédiatement, au contact de la feuille, en un composé insoluble assez adhérent; malheureusement, il n'est pas certain que ce traitement soit aussi efficace que ceux qui utilisent les sels de cuivre, le cuivre ayant une action fungicide tout à fait spécifique et très énergique (2).

Dans certaines régions, on s'en est tenu aux sels de cuivre et on a employé pour les pulvérisations une simple dissolution, à 1 % environ, de verdet neutre (acétate neutre de cuivre) dans l'eau. L'étude de MM. E. Chuard et F. Porchet, qui a fait l'objet d'une communication à l'Académie des Sciences, dans la séance du 15 mai dernier, montre que cet emploi est tout à fait justifié et que l'adhérence et l'efficacité sont au moins égales à celles des bouillies ordinaires à la chaux ou au sel de soude.

Le verdet est facilement soluble dans l'eau; il est inoffensif pour le feuillage de la vigne aux concentrations utilisées, c'est-à-dire de 0,5 à 1,5 %. Le seul inconvénient que lui reprochent les viticulteurs, de ne pas laisser de traces apparentes à distance sur le feuillage de la vigne, disparaît si l'on ajoute à la solution une petite quantité d'une poudre inerte et légère, telle que la poudre de talc ou de kaolin.

Malgré la grande solubilité de ce produit, et contrairement à ce qu'on pourrait supposer, l'eau de pluie n'entraîne pas facilement le résidu, cependant à peine perceptible, laissé par le traitement au verdet. Les recherches faites, à ce sujet, par MM. Chuard et Porchet, ont mis en évidence un fait nouveau très important: c'est que, par simple évaporation à l'air de la solution diluée, appliquée sur les feuilles au moyen du pulvérisateur, le verdet neutre se transforme en verdet basique, insoluble dans l'eau et assez adhérent pour qu'un lavage, même très prolongé, n'arrive ni à le dissoudre ni à l'entraîner. Il reste toujours une certaine proportion du composé cuivrique sur les feuilles traitées.

Il suffit pour cela que la dissolution de verdet neutre ait eu le temps de sécher complètement.

Des essais de laboratoire faits par MM. Chuard et Porchet, dans des conditions aussi défavorables que possible, conditions qui, en fait, ne sont jamais réalisées dans les vignobles, ont été confirmés au cours de l'année dernière, par des essais en grand, portant sur l'efficacité comparée des trois traitements principaux: 1° à la bouillie bordelaise; 2° à la bouillie bourguignonne (soude); 3° au verdet neutre.

Ces traitements ont été appliqués sur des vignes d'essais au nombre de huit, dans diverses régions du vignoble du canton de Vaud, dans des conditions identiques et aux mêmes dates, à quatre reprises différentes. Des échantillons moyens de feuilles ont été prélevés après la vendange et employés au dosage du cuivre; voici les résultats obtenus:

Quantité de cuivre en milligrammes par feuille.

VIGNE DE	BOUILLIE		VERDET neutre
	bordelaise	bourguignonne	
Nyon	2,028	2,000	2,340
Aubonne	3,172	2,392	1,720
Morges	2,143	2,550	1,855
Cully	1,104	0,584	0,896
Vevey	1,224	1,444	1,684
Aigle	2,784	2,004	2,172
Orbe	0,764	0,844	1,268
Grandson	0,856	0,636	1,316
Bellerive	1,784	2,356	1,036

De ces chiffres, qui mettent déjà nettement en évidence la fixation d'une notable proportion du cuivre du verdet à la surface des feuilles, on peut tirer, en outre, des conclusions intéressantes relatives à l'adhérence comparée de chacun des traitements; il suffit de faire entrer en ligne de compte les quantités de cuivre appliquées dans chacun des trois cas. Ces quantités sont, en moyenne, exprimées en milligrammes de cuivre par feuille:

1° Traitement à la bouillie bordelaise	17,7
2° Traitement à la bouillie bourguignonne	17,7
3° Traitement au verdet neutre	9,9

L'adhérence, ou le rendement en pouvoir fungicide, de chacun des produits étant mesurée par la quantité fixée pour 100 de cuivre appliqué, on trouve que: le traitement à la bouillie bordelaise a laissé sur les feuilles (prises au moment de la vendange), de 4,5 à 19 % du cuivre appliqué, le traitement à la bouillie bourguignonne, de 3,3 à 22 %, le traitement au verdet, de 8,8 à 31,9 %. Le verdet neutre se montre donc plus adhérent que les bouillies.

Tels sont les résultats et les conclusions auxquels sont arrivés les auteurs dans leurs recherches. Au point de vue de la dépense, il convient de retenir cependant que, dans le prix de revient des bouillies, en dehors de la main-d'œuvre, on ne paye guère que le cuivre, car les autres constituants ont une valeur insignifiante. Dans le verdet, au contraire, on paye à la fois deux produits chers, le cuivre et l'acide acétique. Le dernier tableau montre en outre, que, pour fixer sur les feuilles un même poids final de cuivre, il faudrait peut-être, avec le verdet, augmenter le nombre des applications.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 22, p. 356.

(2) Voir dans le *Génie Civil*, l'emploi des sels de cuivre pour détruire les algues dans les réservoirs d'eau potable, t. XLV, n° 15, p. 249, et n° 20, p. 332.

Forme rationnelle des bâtis en C pour les riveuses.

La forme des C, généralement adoptée pour les machines à river, est celle de la figure 1. Le bâti a une section en double T composée d'une âme A et de membrures M.

A première vue cette forme paraît bonne. Les efforts exercés par la riveuse sur les têtes de rivets donnent lieu à des moments fléchissants dont la grandeur croît avec la distance du point où s'exerce l'effort. La forme en usage avec hauteur d'âme variable est en accord avec la croissance des moments; elle donne bien des moments de résistance proportionnés aux moments fléchissants; mais si l'on analyse en détail les efforts intérieurs dans la pièce, on arrive à conclure que la forme en question est défectueuse. C'est ce que la pratique nous a d'ailleurs montré. Au bout d'un temps plus ou moins long, et par-

FIG. 1. — Forme habituelle.

FIG. 2. — Coupes d'une membrure.

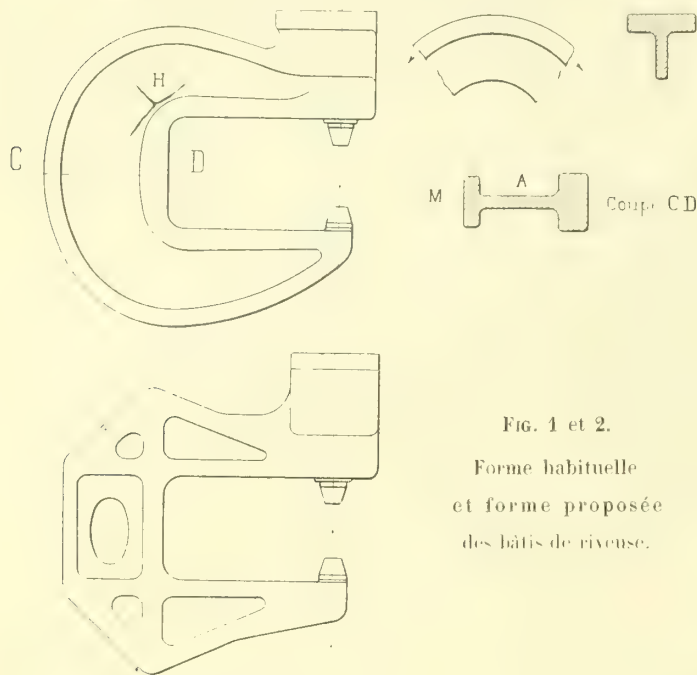


FIG. 1 et 2.

Forme habituelle
et forme proposée
des bâtis de riveuse.

FIG. 3. — Forme proposée.

fois même après un usage relativement court, plusieurs C provenant de divers constructeurs de machines-outils se sont rompus dans nos ateliers, tous de la même manière, au point H de la figure 1. Cette rupture s'explique d'ailleurs facilement par la théorie.

Considérons une membrure courbe convexe (fig. 2). Si cette membrure travaille à la tension, le changement de direction des efforts dans cette membrure, à cause de la courbure, a pour effet de la comprimer sur l'âme. Si, au contraire, cette même membrure est soumise à la compression, elle tendra à se séparer de l'âme. Or, le point H est un point particulièrement exposé à ces effets car il correspond à une courbure brusque de la membrure et il se produit en ce point des efforts intérieurs considérables disproportionnés avec la matière dont on dispose.

Ces considérations nous ont conduit à étudier un bâti de forme rationnelle supprimant tous les efforts dus à la courbure. La figure 3 montre la disposition que nous avons adoptée et qui paraît donner de bons résultats. Il n'y a que des efforts rectilignes faciles à déterminer et agissant dans des membrures et des nervures droites disposées suivant la direction même des efforts. Les âmes peuvent être évidées car elles ne subissent aucun effort. Nous ignorons si cette forme de bâti a déjà été employée; n'en ayant pas vu d'exemple, nous pensons que d'autres pourront tirer profit de cette communication.

M. KOECHLIN,

Administrateur-Directeur
de la Société de Constructions de Levallois-Perret.

Roues de wagons en acier laminé.

La résistance insuffisante des roues en fonte, moulées en coquille, pour les grands wagons qui sont actuellement en service sur beaucoup de voies ferrées et qui portent jusqu'à 50 tonnes, a conduit à rechercher un autre mode de fabrication de ces roues. On a d'abord essayé de les faire en assemblant des rayons en fer ou en acier forgé sur un moyeu en fonte et sur un bandage en acier; ce procédé fut reconnu trop coûteux et ne fut guère employé que pour les voitures à voyageurs.

Un procédé plus récent, qui consiste à faire entièrement ces roues

en acier et à les façonner par laminage et par forgeage, semble, au contraire, avoir eu d'excellents résultats. Les roues ainsi fabriquées sont, à vrai dire, d'un prix d'achat plus élevé que les roues en fonte, mais comme elles permettent d'effectuer un parcours quatre ou cinq fois plus grand que les anciennes, leur emploi est, en réalité, plus avantageux.

Le procédé consiste à couler des lingots en acier de forme convenable que l'on passe au train blooming pour leur donner une section en rapport avec le diamètre des roues à obtenir, puis à sectionner les blooms en tronçons ayant approximativement le poids d'une roue, et à forger ces tronçons à la matrice à l'aide d'une presse hydraulique très puissante, de façon à leur donner une section se rapprochant de celle de la roue définitive.

Les pièces ainsi forgées sont finalement envoyées à un laminoir spécial, dont les rouleaux sont disposés, ainsi que le montre la figure ci-jointe, pour donner à la jante son profil définitif. Ce laminoir comporte une série de rouleaux, dont deux coniques et inclinés servent à dresser la surface externe du disque central; deux autres rouleaux, inclinés également et cylindriques, dressent les faces verticales de la jante, tandis qu'un cinquième rouleau à axe horizontal détermine le profil de la jante et du mentonnet.

Pour les rendre plus élastiques, on donne souvent aux disques des roues une forme bombée latéralement; on arrive à ce résultat avec les roues laminées en les

faisant passer, après laminage, sous une presse hydraulique pourvue d'une matrice de forme convenable.

Toutes les opérations nécessaires au passage du lingot à la presse et au laminoir se font mécaniquement. Un ouvrier place les tronçons de blooms dans le four à réchauffer et les retire quand ils sont à la température voulue; c'est lui aussi qui les dispose sous la presse et qui les y reprend pour les amener au laminoir.

Des épreuves comparées ont démontré que les roues laminées en acier pouvaient fournir un parcours de 150 000 milles anglais (1) sous forte charge, tandis que les roues en fonte dans les mêmes conditions n'en font que 80 000.

Aux essais de réception, on a constaté qu'elles ne souffrent pas des chocs, pas plus d'ailleurs que des échauffements périphériques dus au frottement des sabots de frein, lesquels ont quelquefois pour effet de fendre les roues en fonte.

Voici, d'après l'*Iron Age*, du 25 février, quelques chiffres d'analyses chimiques et d'essais mécaniques se rapportant à l'acier employé à la fabrication de ces roues. Les chiffres suivants donnent la teneur pour cent des différents constituants sur des échantillons prélevés aux différents points d'une même roue.

	CARBONE	SILICIUM	PHOSPHORE	MANGANÈSE	SOUFRE
Mentonnet	0,610	0,268	0,043	0,87	0,056
Jante (face interne) . .	0,614	0,268	0,042	0,90	0,018
— (face verticale) . .	0,620	0,267	0,044	0,86	0,052
— (face externe) . .	0,614	0,270	0,042	0,91	0,052
Disque	0,602	0,265	0,043	0,89	0,051
Moyeu	0,608	0,265	0,042	0,86	0,048

Les résultats ci-dessous, donnés par les essais mécaniques, ont montré la même constance dans la nature et les propriétés de l'acier.

	LIMITE D'ÉLASTICITÉ	CHARGE DE RUPTURE	ALLONGEMENT	STRICITION
	kg par mm ²	kg par mm ²	%	%
Mentonnet	21,05	52,50	12	19
Jante	21,18	52,08	10	12
Disque	20,04	50,42	10	13
Moyeu	21,78	51,10	12	16,3

Ces roues, qui paraissent supérieures aux anciennes pour le service des chemins de fer, pourraient, semble-t-il, être employées tout aussi avantageusement pour les voitures de tramways.

(1) Le mille anglais = 1 609 m 3.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 15 mai 1905.

Acoustique. — *Propagation des sons musicaux dans un tuyau de 3 mètres de diamètre.* Note de MM. J. VIOLETTE et Th. VAUTIER.

Les auteurs présentent de nouveaux résultats relatifs à leurs expériences sur la propagation du son à l'intérieur d'un long tuyau cylindrique de 3 mètres de diamètre, s'étendant en ligne droite sur une longueur de 2 922 mètres entre Argenteuil et Cormeilles, près de Paris, et fermé à ses deux extrémités par des cloisons sur lesquelles le son se réfléchit alternativement.

La vitesse des différents sons musicaux, quel que soit l'instrument qui les produit, est la même, à moins de $\frac{1}{1000}$ près, dans toute l'étendue de l'échelle musicale comprise entre u_1 et m_1 , la hauteur variant de 1 à 20.

Si un instrument lance une note dans le tuyau à Argenteuil, le son s'enfuit vers Cormeilles, s'y réfléchit, revient à Argenteuil, où l'on entend d'abord la note émise, puis séparément un certain nombre d'harmoniques de cette note, qui se succèdent à des intervalles courts mais distincts, de l'harmonique le plus élevé au plus grave.

On n'a entendu aucun harmonique supérieur au sol_1 , et l'harmonique le plus grave qui soit revenu est le $ré_2$, conformément à la théorie que M. Brillouin a donnée du phénomène considéré comme dû à des ondes planes non uniformes.

La durée de propagation d'un son harmonique est indépendante de la hauteur du son fondamental initial, ainsi que de la nature de l'instrument employé. Quant à la manière dont varie le retard d'un harmonique sur le son fondamental, tant avec la longueur d'onde de cet harmonique qu'avec la distance, elle reste encore un peu incertaine. Un certain temps est sans doute nécessaire à l'organisation des trains d'ondes, susceptibles de se modifier en route.

Agronomie. — *Classification et nomenclature des terres arables d'après leur constitution mécanique.* Note de M. H. LAGATU, présentée par M. Müntz.

L'auteur base une classification et une nomenclature rationnelles des terres arables (*) sur la constitution mécanique de la fraction passant au tamis de dix fils au centimètre, c'est-à-dire de la terre fine.

Les légivations, effectuées selon la méthode de M. Th. Schlœsing père, subdivisent la terre fine en trois lots : sable grossier, sable fin, argile.

Le sable grossier est l'agent de division, d'aération, de perméabilité; son rôle sera exprimé dans la nomenclature en disant qu'il rend les terres légères; sa proportion désirable pour une bonne constitution mécanique serait comprise entre 600 et 700 pour 1 000.

Le sable fin est l'agent de tassement et d'asphyxie, par contiguité des particules très ténues qui le constituent; son rôle sera exprimé en disant qu'il rend les terres battantes; sa proportion désirable serait comprise entre 200 et 300 pour 1 000.

L'argile est l'agent de plasticité quand la terre est humide, de cohésion et de dureté quand la terre est sèche. On exprimera ce double rôle en disant que l'argile rend les terres plastiques; sa proportion désirable serait comprise entre 60 et 100 pour 1 000.

Il convient, en outre, de désigner par un qualificatif les propriétés qui résultent de l'ensemble sable fin et argile; on dira que cet ensemble rend les terres fortes.

Chimie générale. — *Perméabilité des vases de verre;* par M. Berthelot.

M. Berthelot a fait porter ses expériences sur le verre blanc des tubes à essais ordinaires, qui commence à se ramollir à 550 degrés, et sur le verre d'émeraude, qui ne se ramollit que vers 700-750 degrés.

Le verre maintenu pendant longtemps à une température un peu inférieure à celle de sa fusion devient opaque (porcelaine de Réaumur) et se dévitrifie. La silice fondue (2) se modifie aussi à la longue; elle se dévitrifie beaucoup plus rapidement lorsqu'on la chauffe au chalumeau oxyacétylénique,

dont la température est assez haute pour la volatiliser. Ces changements sont peu sensibles pendant la durée très limitée du temps qui est suffisant pour manifester la perméabilité des tubes de silice.

La perméabilité du verre, aussi bien que celle de la silice ramollie, est de l'ordre de celle des parois qui manifestent des propriétés osmotiques; elle ne résulte pas de l'existence de trous ou de fissures visibles. Cette pénétration s'exerce surtout lorsque la silice fondue ou le verre sont ramollis par la chaleur et amincis par l'effet d'une pression des gaz intérieurs supérieure à la pression atmosphérique.

L'intervention, dans les phénomènes courants de la chimie et de la physique, de cette perméabilité, n'avait guère été soupçonnée jusqu'ici. Désormais, la pénétration et la dissipation des gaz, intérieurs ou extérieurs aux vases réputés clos, tels que l'hydrogène, l'oxygène, l'azote, l'hélium, les émanations des corps radioactifs, devront être suspectées toutes les fois que les vases de verre, de silice, de terre, de porcelaine, même vernissée, auront été portés à une température voisine de leur ramollissement; ce qui arrive, par exemple, dans les analyses organiques, dans la réduction des métaux par l'hydrogène, dans les mesures des hautes températures au moyen des thermomètres à gaz, dans les déterminations de densités de vapeurs.

Chimie organique. — *Sur la constitution, la saccharification et la rétrogradation des empois de féculé (1).* Note de MM. L. MAQUENNE et Eug. ROUX.

L'amidon naturel est un mélange de deux substances de propriétés essentiellement différentes. La plus abondante, en partie soluble à 100 degrés, intégralement soluble dans l'eau surchauffée, sans jamais fournir d'empois, est identique à la matière déjà connue sous le nom d'*amylocellulose*; à l'état dissous, elle bleuit par l'iode et se transforme entièrement en maltose sous l'action du malt à basse température; à l'état solide elle résiste sans altération ni changement de couleur à ces deux réactifs.

La seconde est un corps mucilagineux, que les auteurs appellent *amylopectine*; elle ne se colore pas par l'iode, même à l'état liquide, et se dissout dans l'extrait de malt sans donner de sucre réducteur. C'est à cause de sa présence dans l'amidon naturel que celui-ci se gélatinise sous l'action de l'eau bouillante et des alcalis.

L'amidon artificiel ne diffère de l'amidon naturel que par l'absence d'amylopectine.

L'amylocellulose peut subsister indifféremment, entre certaines limites de température et en présence d'un excès d'eau, sous la forme solide et sous la forme liquide. On peut passer de l'une à l'autre en chauffant le produit solide avec de l'eau sous pression, ou en refroidissant ses dissolutions concentrées : c'est ce dernier changement d'état qui constitue la rétrogradation.

Économie rurale. — *Recherches sur l'adhérence comparée des solutions de verdet neutre et des bouillies cupriques, employées dans la lutte contre le mildiou.* Note de MM. E. CHUARD et F. PORCHET.

Le compte rendu détaillé de cette note est donné dans ce même numéro, page 61.

Électricité. — *Sur les effets respectifs des courants de Foucault et de l'hystérésis du fer sur les étincelles oscillantes.* Note de M. G.-A. HEMSALECH, présentée par M. Lippmann.

L'auteur décrit un dispositif qu'il a imaginé pour différencier nettement l'influence des courants de Foucault et du magnétisme du fer sur la persistance et la fréquence des oscillations qui se produisent quand on introduit un noyau de fer dans une bobine de self-induction placée dans le circuit de décharge d'un condensateur.

Les courants de Foucault augmentent la fréquence d'oscillations par seconde sans influencer sur le nombre des oscillations dans chaque décharge. L'hystérésis du fer détruit les oscillations et en diminue plus ou moins la fréquence.

Le dispositif permet également de constater certains faits intéressants signalés par l'auteur.

Pathologie végétale. — *Sur une pourriture bactérienne des choux.* Note de M. Georges DELACROIX, présentée par M. Prillieux.

Pendant la deuxième moitié de 1904, on a signalé, dans le nord de la France, une sorte de nécrose des

choux, s'accompagnant d'une coloration livide et de l'élimination progressive des tissus atteints. Ces lésions siègent, au début, à la face supérieure des pétioles des feuilles du bas de la tige, et peu à peu la pourriture gagne et détruit fréquemment le bourgeon terminal.

Le chou-fleur surtout, puis le chou-rouge, le chou de Milan frisé, le chou-pommé à feuilles lisses sont fréquemment atteints, alors que le chou de Bruxelles paraît pour ainsi dire indemne. Le dégât peut devenir considérable, pour le chou-fleur en particulier.

Dans bon nombre de cas, sous l'influence de la sécheresse, la maladie peut s'arrêter par la constitution d'un liège cicatriciel aux dépens d'une couche cellulaire non encore atteinte, et l'extension de cette sorte de chancre se trouve limitée. Dans la portion située au-dessous, des bourgeons latéraux peuvent se développer, mais ils n'acquiescent jamais un développement suffisant pour pouvoir être mis en vente.

Cette maladie, qui est d'origine bactérienne, vient d'être nettement caractérisée; elle diffère de deux pourritures analogues, assez fréquentes aux États-Unis et au Canada. Pour l'instant, on n'a pas encore trouvé de meilleur traitement que l'arrachage et la destruction des pieds de choux malades, soit par l'incinération, soit par un enfouissement très profond. Une sévère alternance des cultures, qui permet seule la disparition des germes répandus dans le sol, est non moins nécessaire. Il est regrettable que cette précaution soit trop souvent négligée dans les jardins maraichers.

Physique. — *Triboluminescence des composés métalliques.* Note de M. D. GERNEZ, présentée par M. J. VIOLETTE.

M. Gernez, qui avait étudié la triboluminescence des cristaux, c'est-à-dire la propriété qu'ils ont d'émettre de la lumière au moment de leur formation, dans le cas de l'anhydride arsénieux et du sulfate de potassium, a montré : 1° que les dégagements de lumière ne se produisent pas au moment de la naissance des cristaux, mais qu'ils sont postérieurs à leur formation; 2° qu'ils proviennent de leur rupture; 3° qu'on peut les produire à volonté.

Il a constaté la même propriété pour une centaine de corps.

Sur ces 100 composés, 74 sont purement minéraux, les 26 autres sont des sels de métaux à acides organiques. On voit donc que la triboluminescence n'est pas une propriété spéciale surtout aux composés organiques. Sans doute, avec un instrument plus sensible que l'œil humain, il serait possible de la manifester dans un très grand nombre de composés chimiques de nature quelconque.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages récemment parus.

Analyse des matériaux d'aciéries, par Harry BREARLEY et Fred. IBBOTSON, traduit de l'anglais et augmenté par E. BAZIN, Ingénieur Chimiste; préface de G. ARTH, Directeur de l'Institut Chimique de la Faculté des Sciences de Nancy. — Un volume, grand in 8° de 650 pages. — Ch. Béranger, éditeur, Paris, 1905. — Prix : relié, 25 francs.

Le titre de cet ouvrage ne renseigne qu'imparfaitement sur son contenu, et pour en avoir le sens précis il faut recourir à la lecture de la table des matières qui donne avec clarté l'énoncé des matières dont il traite.

L'ouvrage est divisé en treize parties :

La première traite de l'analyse des aciers : dosages du C, Si, Mn, S, Ph, As, Cr, Ni, W, Mo, Va, Ti, Al, Cu, etc.

La deuxième partie est consacrée à l'analyse de la fonte; la troisième à celle des alliages du fer avec Si, Mn, Cr, Ni, W, Mo, Va, Ti, Al et Bo.

Dans la quatrième partie sont exposées quelques méthodes d'analyses rapides, servant à suivre et à contrôler la marche d'une opération.

Les cinquième, sixième, septième et huitième parties traitent respectivement de l'analyse des minerais, des matières réfractaires, des scories et des combustibles.

La neuvième partie est consacrée à l'analyse de l'eau d'alimentation des chaudières et des dépôts qu'elle y forme.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 20, p. 326. (Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 23, p. 382, et t. XLVII, n° 2, p. 30 et n° 3, p. 46. (Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 24, p. 398. (Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)

La dixième partie donne quelques méthodes d'analyse des alliages à base d'étain, de zinc, de plomb avec le cuivre, employés à mouler les petits organes des machines.

La onzième partie traite de l'analyse micrographique et de son application à l'acier; la douzième, de la pyrométrie. La treizième et dernière partie est presque entièrement l'œuvre du traducteur qui expose avec détail les questions de calorimétrie et fournit des données numériques intéressantes et utiles.

Le but des auteurs a été d'appeler l'attention sur les méthodes qu'ils emploient et qui leur semblent les plus rapides en même temps que les plus exactes. Ainsi, pour le dosage du S, ils se contentent de décrire la méthode gravimétrique classique et une méthode volumétrique.

Ils laissent, sans même les mentionner, les nombreuses méthodes volumétriques, couramment employées dans les laboratoires d'aciéries autant en France qu'en Angleterre, en Suède, en Allemagne, etc. Il en est ainsi pour le dosage de tous les corps.

Vingt pages sont consacrées à l'analyse microscopique des aciers. Les auteurs recommandent l'adjonction de l'analyse microscopique aux essais chimiques et mécaniques, cela, avec raison, mais les méthodes de préparation des échantillons décrites par eux sont exclusivement celles de l'École de Sheffield.

Les opinions connues du professeur J. O. Arnold sur la métallographie sont celles qu'exposent MM. Brearley et Ibbotson qui traitent le sujet en conséquence, c'est-à-dire d'une façon étroite, sans vue générale.

Des dessins et des photo-micrographies de fer soudé et de plusieurs variétés d'acier fondu, forgé, ayant subi le recuit ou la trempe, sont donnés dans le texte avec la description correspondante.

Ce livre est simplement un registre, non dénué d'intérêt cependant, des manipulations apprises aux élèves du professeur Arnold à l'École professionnelle de Sheffield. Certes, on sait faire dans son laboratoire des analyses et on peut en rapporter des indications utiles. Mais la France n'avait pas attendu l'exemple de l'étranger pour adapter la docimasie aux besoins de la sidérurgie pratique. Il y a quarante ans que Terrenoire, Le Creusot, Denain et d'autres ont su organiser leurs laboratoires pour le contrôle de la fabrication et pour la recherche de nouveaux progrès.

Ce fut seulement à la suite de l'Exposition Universelle de Paris, en 1867, que commença en Angleterre la création des Ecoles professionnelles, si nombreuses aujourd'hui et si bien dotées, dans tous les centres sidérurgiques.

Si, en raison de l'esprit *protectionniste* de beaucoup d'aciéries, un livre complet n'a pu être écrit sur l'histoire de la docimasie nationale, on doit cependant à M. Arth une excellente tentative dans ce sens.

Son traité ne demanderait que quelques additions pour tenir compte de l'introduction de nouveaux métaux dans la sidérurgie et, aussi, pour extraire, si possible, des archives industrielles, des renseignements historiques plus développés.

Il y a, en effet, une *docimasie française*, qui s'est tenue à égale distance de la minutie allemande et de la précipitation américaine.

Dans ces circonstances, on peut se demander si le besoin se faisait bien sentir de publier, d'un *livre de clocher*, une traduction qui, à plus d'un lecteur attentif, paraîtra avoir été faite d'une façon un peu hâtive, avec une attention peu soutenue et, par suite, contenant quelques erreurs.

Comme compensation, la traduction de M. Bazin est présentée par une magistrale préface où M. Arth expose le rôle de la chimie physique dans la science sidérurgique.

Malheureusement cette préface se trouve être en contradiction avec l'esprit dans lequel a été conçu l'ouvrage de MM. Brearley et Ibbotson, apologistes des idées du professeur Arnold. Mieux au courant des polémiques soulevées depuis de longues années déjà, M. Arth eût constaté que l'École technique et l'University College de Sheffield sont la dernière forteresse de la chimie pure s'attribuant le monopole et la direction de la métallurgie. Les méthodes de cette nouvelle science, qu'appécie avec une si juste hauteur de vues M. Arth, n'y sont employées que pour en combattre l'application.

AL. POURCEL.

Les éclipses de soleil, par M. G. BIGOURDAN, Membre de l'Institut. — Un volume in-8° de 167 pages. — Paris, Gauthier-Villars, éditeur, 1905. — Prix : 3 fr. 50.

On sait que le 30 août prochain doit avoir lieu une éclipse de soleil dont la zone de totalité, traversant l'Espagne, sera, en quelque sorte, à nos portes, et qui, pour la région parisienne, aura encore une étendue de neuf doigts (douzièmes, dans le langage des anciens astronomes). Afin de permettre aux simples amateurs d'assister à ce spectacle autrement qu'en badauds, et de les mettre en mesure, le cas échéant, de faire des observations non dépourvues d'utilité, M. Bigourdan, Membre de l'Institut et du Bureau des Longitudes, vient de rédiger des instructions sommaires qui figureront dans le prochain *Annuaire du Bureau des Longitudes*, mais que la librairie Gauthier-Villars vient de mettre en vente. On y trouve, sous une forme parfaitement claire et précise, toutes les indications utiles sur les observations à faire sans instruments, avec des instruments simples, ou avec de grands instruments, tant pendant l'éclipse partielle que pendant l'éclipse totale.

Traité théorique et pratique des turbines hydrauliques, par Paul BOYEUX, Ingénieur des Arts et Manufactures. — Un volume in-8° de 200 pages, avec 108 figures. — Béranger, éditeur, Paris, 1905. — Prix : relié, 12 francs.

Après avoir rappelé, en quelques pages vivantes, l'histoire des turbines hydrauliques et à vapeur, leur développement et leurs récentes applications (notamment, l'emploi des turbines à vapeur ⁽¹⁾, sur les navires), M. Boyeux consacre deux chapitres aux notions essentielles de la mécanique et de l'hydraulique (écoulements en mince paroi par une vanne, un déversoir, un canal, ajutages, frottements, puissance d'une chute d'eau). Il aborde ensuite l'aménagement des chutes (barrages, canalisations, bassins de décantation, etc.).

La seconde partie de l'ouvrage est consacrée :

1° Aux turbines à impulsion : classification et distinction entre les turbines à impulsion et à réaction; turbines axiales noyées ou non; construction de ces machines (vannages, régulateurs, pivots, tubes de succion); turbines à impulsion radiales;

2° Aux turbines à réaction : formules fondamentales, règles empiriques, tracé des aubages, vitesse maximum, efforts exercés par l'eau sur les aubes; comparaison entre les turbines à impulsion et à réaction.

Un dernier chapitre renferme cinq projets complets de turbines : radiale à libre déviation pour très haute chute, centrifuge à réaction pour moyenne chute, et turbines parallèles, à impulsion ou à réaction, pour basses chutes.

Leçons de mécanique céleste, professées à la Sorbonne par H. POINCARÉ, membre de l'Institut, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris. Tome I : *Théorie générale des perturbations planétaires*. — Un volume de 367 pages, avec figures. — Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1905. — Prix : 12 francs.

Des trois volumes que doit consacrer M. Poincaré à ses Leçons de mécanique céleste, le premier traite exclusivement la théorie générale des perturbations planétaires, déjà développée par Tisserand dans son *Traité de mécanique céleste* et par l'auteur lui-même dans ses *Méthodes nouvelles de la mécanique céleste*, mais à des points de vue essentiellement différents.

Ici, M. Poincaré prend le problème à son origine, ne supposant connus que les principes de l'analyse et de la mécanique, tandis que dans son précédent ouvrage, il regardait les résultats anciens comme connus et se préoccupait surtout de poursuivre les déductions géométriques et analytiques, en poussant très loin les approximations et en faisant ressortir des circonstances d'un intérêt purement spéculatif.

Après avoir traité au point de vue d'ensemble les principes de la dynamique, dans son premier chapitre, l'auteur étudie successivement le problème des trois corps et le mouvement elliptique. Il rappelle les principes et fait l'application de la méthode de Lagrange; ensuite il aborde la théorie des perturbations séculaires, d'abord exposée d'une façon élémentaire, puis d'une façon complète.

L'ouvrage se termine par des chapitres relatifs

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 44, p. 209, et t. XLIV, n° 9 p. 139.

au cas général du problème des trois corps, au théorème de Poisson, à la symétrie des développements et à la méthode de Delaunay.

Précis de la théorie du Magnétisme et de l'Électricité à l'usage des Ingénieurs et des candidats aux Instituts électrotechniques, par A. NOUGUIER, capitaine d'artillerie, ancien élève de l'École Supérieure d'Électricité de Paris. — Un volume in-8° de 400 pages, avec 190 figures. — Béranger, éditeur, Paris, 1905. — Prix : relié, 12 fr. 50.

On ne trouvera rien ici de personnel à l'auteur, qui s'est proposé de mettre simplement à contribution les traités les plus autorisés, dont il indique la liste, pour en extraire ce qu'un Ingénieur a besoin de connaître avant d'aborder l'étude complète de l'électrotechnique industrielle. Il s'est appliqué d'ailleurs à ne rien dissimuler du caractère artificiel et provisoire de la plupart des théories analytiques exposées dans ce volume, destinées sans doute à se modifier singulièrement en même temps que la mécanique générale se transformera en science de l'énergie. Celle-ci, vraisemblablement, sera basée sur deux principes fondamentaux, celui de la conservation de l'énergie, et un autre qui existe en germe dans celui de la *moindre action*.

M. Nouguié a consacré une série de chapitres au magnétisme, à l'électrostatique, aux courants linéaires, à l'électromagnétisme, à l'électrodynamique, à l'induction aux courants alternatifs, à l'hystérésis, et enfin aux unités électriques et magnétiques.

Deux appendices sont relatifs à l'étude du potentiel et de l'énergie potentielle, et à l'intégration des équations différentielles linéaires.

Manuale dell'Ingegnere elettricista (Manuel de l'Ingénieur électricien), par A. MARRO (*Collection des Manuels Hoepli*). — Un volume, petit in-8° de 700 pages, avec 192 figures et 115 tableaux. — Hoepli, éditeur, Milan, 1905. — Prix : relié, 7 fr. 50.

Cet ouvrage, rédigé par un Ingénieur d'une grande Société de constructions électriques, forme un aide-mémoire de l'électricien très complet, où sont passés en revue, non seulement les questions théoriques, mais surtout les appareils d'utilisation et de mesures, les distributions d'énergie, l'éclairage et sa tarification, les prescriptions de sécurité publiées par l'Union des Electriciens allemands, la législation italienne de l'industrie et des travaux publics, etc. Les données d'expérience et tableaux numériques de résultats utiles sont réunis en grand nombre dans chacun des chapitres, et un index analytique en facilite la recherche.

Les différents états des corps, par Jules MEYER, Ingénieur des Arts et Manufactures, directeur de la manufacture de glaces de la Compagnie de Saint-Gobain, à Waldorf-Mannheim. II^e partie : Température de volatilisation; tensions de vapeurs; températures de fusion. — Un volume in-8° de 440 pages. — Victor Bück, éditeur, Luxembourg, 1903. — Prix : 5 francs.

Dans ce volume, qui complète celui qu'avait précédemment consacré M. Meyer aux équivalents chimiques et aux densités des corps ⁽¹⁾, l'auteur étudie les relations entre la pression et la composition chimique des corps, d'une part, avec les températures de volatilisation et de fusion et les tensions de vapeur, d'autre part. Il établit des formules qui expriment ces relations et donne les coefficients correspondants pour un très grand nombre de composés organiques.

Progrès récents des industries de fermentation, par M. E. POZZI-ESCOR, Ingénieur-chimiste. — Une brochure in-8° de 72 pages. — V^e Dunod, éditeur, Paris, 1905. — Prix : 2 fr. 50.

Dans cette brochure, l'auteur décrit rapidement la fermentation des matières premières (melasses de betteraves et de cannes, betteraves, grains, etc.); la brasserie, l'industrie vinicole, la cidrerie, la fabrication du vinaigre, etc.; enfin l'industrie des eaux-de-vie, qui rentre plutôt dans le domaine de la distillerie proprement dite.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLI, n° 4, p. 16.

Le Gérant : H. AVOIRON.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

Revue des principales publications techniques.

ARCHITECTURE

Une vieille maison de Nuremberg. — Le *Zentralbl. der Bauverw.*, du 29 avril, contient une notice relative à l'un des immeubles privés de Nuremberg les plus remarquables, qui a conservé jusqu'ici, aussi bien extérieurement que sur les façades de la cour, sa physionomie originale. Aussi est-il surprenant qu'on songe à le démolir, et c'est pour tâcher de le sauver que l'auteur attire l'attention sur lui. Il s'agit de la maison sise au n° 25 de l'Adlerstrasse, et qui a pignon sur une autre rue; elle date de 1600 et présente, tant par la belle allure de son ordonnance générale que par l'élégance de ses balcons et de ses erkers, un intérêt artistique dont les photographies jointes à cet article permettront de juger.

Reconstruction de l'hôtel de ville de Cassel (Hesse). — Le *Zentralbl. der Bauverw.*, du 6 mai, publie les plans définitivement adoptés pour le nouvel hôtel de ville de Cassel, dont les travaux viennent de commencer, après plusieurs années d'études préliminaires, et doivent durer quatre ans.

L'édifice comprend un corps de bâtiment principal, parallèle à la rue Royale, et deux ailes perpendiculaires, le tout extrêmement massif. Un beffroi dans le même style surmontera le pavillon central.

Hôtel de ville de Weikersdorf (Autriche). — L'hôtel de ville de Weikersdorf, près Baden (Basse-Autriche), est un élégant petit édifice, de style allemand, qui présente la particularité d'être construit en pierres artificielles, d'un aspect d'ailleurs semblable à celui du calcaire naturel. Le *Beton und Eisen* (n° 3 de 1905) en donne une courte description et quelques photographies.

CHEMINS DE FER

La ligne transasiatique d'Orenbourg à Tachkent. — La *Zeit. des Ver. deutsch. Eisenbahn.*, du 3 mai, en annonçant l'ouverture prochaine de la ligne asiatique qui va relier le transsibérien au transcaspien en partant d'Orenbourg et en gagnant Tachkent par Kasalinsk et Turkestan (1880 kilom.), fait ressortir les avantages économiques que l'on peut en attendre, soit pour l'introduction du fer dans les régions du Syr-Daria et du Turkestan, où l'usage en est des plus restreints, soit pour la création de cultures de coton, qui viendraient en aide à l'industrie textile russe assurée de trouver la matière première dans des conditions avantageuses, soit enfin pour l'importation en Russie des légumes et fruits que produisent certaines régions fertiles de l'Asie centrale.

Les avantages stratégiques de la ligne sont d'ailleurs évidents. Rappelons que le *Génie Civil* a donné⁽¹⁾ l'année dernière une carte des pays qu'elle traverse, avec le tracé des chemins de fer existants ou projetés.

Le métropolitain à marchandises de Chicago. — Le *Génie Civil* a déjà signalé⁽²⁾ la construction, à Chicago, d'un tunnel qui circule sous les rues, autour du quartier des affaires, et qui sert à la fois au passage des câbles de la Compagnie des téléphones de l'Illinois et à la circulation de trains électriques pour la distribution ou l'expédition des colis.

M. BERDROW, consacrant à ce métropolitain unique une note accompagnée d'un plan d'ensemble, dans la *Zeit. des Ver. deutsch. Eisenbahn.*, du 20 mai, montre comment les grands immeubles, qui ont chacun leur gare dans un sous-sol, reçoivent à pied d'œuvre leur charbon et leurs marchandises, et expédient leurs cendres, leurs colis, etc., ce qui a singulièrement diminué l'encombrement des voies publiques. Les wagons sont d'ailleurs amenés directement par des monte-charges à l'étage de destination de leur contenu.

Les tunnels, généralement à deux voies, sont à 10 mètres de profondeur, ce qui a facilité énormément la construction et permis d'établir tout le

réseau en palier. On exploite actuellement une longueur de 46 kilomètres.

Les locomotives électriques, semblables à celles qu'on emploie dans les mines, sont de deux modèles : l'un de 75, l'autre de 150 chevaux; les wagons sont de types très divers, appropriés aux marchandises, et assez longs. Leurs bogies leur permettent d'aborder les courbes de 5 mètres de rayon.

Les lignes de l'Illinois Tunnel Co se raccordent par des rampes aux gares des grandes lignes de chemins de fer, pour y faire l'échange des marchandises. Tout récemment, la poste a commencé à leur confier une grande partie des paquets et échantillons et même des imprimés; les lettres proprement dites, qui étaient expédiées par tube ou par voitures, suivant leur catégorie, seront aussi bientôt remises au métropolitain, les boîtes aux lettres n'étant plus que l'embouchure de longs tuyaux qui aboutiront directement de la rue au souterrain.

Automotrices électriques en service sur des lignes de chemins de fer. — M. ZIFFER passe en revue, dans les *Mitteil. für die Förd. des Lokalbahnw.*, d'avril, un certain nombre d'applications des automotrices à traction électrique sur les chemins de fer. Citons notamment, pour la traction par accumulateurs : les voitures de l'État belge, celles de l'État wurtembergeois, des Chemins de fer du Palatinat, des Tramways de Munich, de l'État saxon, de l'État bavarois; du Nord français et de la Compagnie des Omnibus de Paris; des Chemins de fer italiens de la Méditerranée. Quelques-unes de ces applications remontent déjà loin et n'ont pas eu de suite; d'autres sont encore en service.

L'auteur signale ensuite quelques exemples de traction par conducteur aérien, en Allemagne et en Autriche, et termine en comparant les divers systèmes jusqu'ici expérimentés. Si l'on met de côté les voitures à traction électrique par fil, qui ne rentrent pas absolument dans la catégorie étudiée ici, c'est la traction à vapeur qui, dans tous les pays, a reçu le plus d'extension, malgré la délicatesse du mécanisme dont les réparations immobilisent la voiture entière.

Durée des traverses de chemins de fer injectées. — La durée des traverses ordinaires, qui est de cinq à dix ans en moyenne, peut être doublée lorsqu'on leur fait subir un traitement préalable. Mais la vérification expérimentale de la valeur d'un traitement est très longue. Aussi a-t-on cherché à réduire la durée de l'essai en choisissant pour le faire une contrée très chaude et très humide dont le climat a pour effet de favoriser la dissolution des sels injectés et la volatilisation des matières goudronneuses employées pour le traitement. C'est ce qui a été fait dans le sud-ouest du Texas, où la température moyenne de juillet et d'août est de 35 degrés et où la hauteur des pluies, qui tombent dans les mois de juin, juillet et août, atteint en moyenne 350 millimètres. Les traverses non traitées ne durent qu'un à deux ans dans cette région.

En février 1902, on établit dans cette région une voie d'essai longue de 4 kilom. avec des traverses de toutes provenances et de tous traitements. Cette voie, terminée en mai 1902 et soumise depuis cette date à un trafic de 1 250 000 tonnes par kilomètre et par an, a été examinée en novembre 1903.

L'*Engineering Record*, du 15 avril, indique l'état, à cette date, des traverses employées et qui sont de plus de quatre-vingt types divers.

Il résume les conclusions qu'on peut déjà tirer de cet essai non terminé encore; elles militent en faveur du traitement des traverses et montrent qu'il faut se mettre en garde contre un chauffage excessif des traverses car il nuit à leur solidité.

CHIMIE INDUSTRIELLE

Les vins de raisins secs. — Dans une communication au Congrès de Paris que reproduit le *Bulletin de l'Association des chimistes de sucrerie et de distillerie*, d'avril, M. D. C. KALLIVOCAS montre l'importance qu'ont, en Grèce, la culture du raisin et la préparation du vin de raisins secs. Une Banque dite des raisins secs de Grèce, fondée en 1899, dirige et surveille tous les travaux de culture, de conservation et d'utilisation des raisins.

L'auteur, indiquant quelle est la composition des raisins secs et le mode de fabrication du vin, laquelle est conduite d'une façon très scientifique au moyen de levures sélectionnées et de tous les perfectionnements de l'industrie moderne, ainsi que les opérations de blanchissage des vins rouges, montre que les vins préparés par cette méthode présentent, au point de vue de l'hygiène, les mêmes propriétés que le vin de raisins frais et ne diffèrent en aucune façon de celui-ci.

Stérilisation de l'air et de l'eau par l'ozone. — Le pouvoir microbicide de l'ozone est considérable; de plus, après action, il ne laisse aucun résidu, si sa préparation a été bien faite; aussi depuis longtemps s'est posée la question de son utilisation industrielle à la stérilisation de l'air et de l'eau. Son prix de revient est cependant encore très élevé, et son emploi, pour être efficace et économique, exige des précautions spéciales en raison de sa facilité de décomposition et de la forme, nécessairement gazeuse, sous laquelle on est obligé de l'employer et qui est peu propre à faciliter le contact intime entre le corps stérilisant et le corps à stériliser.

Ce sont les conditions pratiques de son emploi, ainsi que l'évaluation de son pouvoir microbicide qu'expose M. H. DE LA COUX, dans la *Revue générale de Chimie pure et appliquée*, du 2 avril. L'auteur montre quelles sont les précautions à prendre pour obtenir un bon rendement et une efficacité suffisante, sans introduire de substances nocives.

Les matières organiques et les diverses substances en suspension dans l'eau étant la cause d'une dépense d'ozone exagérée et absolument inutile, et retardant notablement son action microbicide, il convient d'en débarrasser l'eau le plus possible; la filtration sur sable n'est pas à recommander, car elle augmente notablement le prix de revient de la stérilisation par l'ozone, et surtout parce qu'elle fait un travail dont l'ozone s'acquitte beaucoup mieux; il est donc préférable d'employer des lits de silex concassé, ou filtres dégrossisseurs à très grand débit et, par conséquent, à surface réduite.

Il est à remarquer d'ailleurs que, si une eau ne contient plus que des bactéries, le nombre de celles-ci importe peu : qu'il soit grand ou petit, la dépense en ozone est pratiquement la même. Dans les conditions normales, une eau bien préparée est stérilisée avec 3 milligrammes d'ozone par litre, ce qui représente par mètre cube d'eau, 1 à 2 mètres cubes d'air ozonisé selon la teneur et le mode d'application de celui-ci.

L'épuration de l'acétylène. — Le carbure de calcium du commerce, bien que préparé avec du calcaire aussi pur que possible, renferme toujours des phosphures et sulfures provenant de la réduction des phosphates et sulfates qui existaient, mélangés en petites quantités avec le carbonate de chaux, dans le calcaire; il renferme aussi des azotures provenant de la fixation de l'azote de l'air sous l'action du courant électrique.

Dans la décomposition par l'eau, ces impuretés donnent des gaz hydrogène phosphoré, hydrogène sulfuré et ammoniacque qui nuisent au bon fonctionnement des appareils; l'acétylène renferme également des particules de chaux entraînées mécaniquement.

Dans la *Revue générale de Chimie pure et appliquée*, du 16 avril, M. R. ROBINE passe en revue les divers produits qui ont été proposés ou sont employés pour l'épuration de l'acétylène. Tous ces produits sont à base soit de chlorure de chaux, soit d'acide chromique et agissent comme oxydants; ce sont :

1° L'acagine, mélange de quatre-vingt-cinq parties de chlorure de chaux et de quinze parties de chromate de plomb, ce dernier sel agissant à la fois comme oxydant par son acide chromique et comme désulfurant par son plomb;

2° Le puratylène, mélange de chlorure de chaux, de chlorure de calcium et de chaux;

3° L'hératol, mélange de bichromate de potasse et d'acide sulfurique en proportions convenables pour donner l'acide chromique; la solution est employée en utilisant le kieselguhr comme support;

4° L'épurant Bullier, produit obtenu par double

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 20, p. 324.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 21, p. 350.

décomposition, en proportions déterminées, entre l'hypochlorite de chaux et le sulfate de soude cristallisé, sans addition d'eau; le sulfate de chaux qui se produit fait prise comme le plâtre avec l'eau de cristallisation provenant du sulfate de soude, et donne au produit final une consistance solide en même temps qu'une très grande porosité qui le rend éminemment propre à l'usage dont il s'agit.

L'auteur termine par l'étude de l'action de ces divers épurants, la façon de conduire l'épuration et la manœuvre des appareils; il montre aussi leurs avantages et leurs inconvénients: c'est ainsi que dans le cas où les épurants renferment des hypochlorites, il convient d'éliminer l'ammoniaque avant de les faire agir, afin d'éviter la formation éventuelle de chlorure d'azote, explosif provenant de l'action de l'ammoniaque sur le chlore dégagé par l'hypochlorite.

L'économie de temps par l'emploi d'un matériel nouveau dans les laboratoires industriels. — M. E. KELLER donne dans le *Bulletin of the American Institute of Mining Engineers*, du mois de mars, une description du laboratoire qu'il a installé pour l'Anaconda Copper Mining Co., à Baltimore, et qui comporte un matériel nouveau facilitant la rapidité des dosages. Les dosages à exécuter dans ce laboratoire sont très nombreux mais peu différents les uns des autres; on a souvent à exécuter simultanément un grand nombre d'opérations semblables.

L'auteur examine successivement les dispositions générales du laboratoire, les modes de manipulations des capsules et récipients adoptés, les appareils de filtrage et les nouveaux outils employés pour les opérations faites au moufle. Tous ces outils ont pour but d'exécuter un grand nombre d'essais simultanément et de réduire ainsi, parfois dans la proportion de 20 à 1, le nombre des opérations exécutées. Un de ces instruments, par exemple, sert à verser simultanément le contenu de vingt capsules dans vingt conserves.

CONSTRUCTIONS CIVILES

La nouvelle caserne de police de Wiesbaden (Allemagne). — Le *Zentralbl. der Bauverw.*, du 17 mai, publie une courte note sur la nouvelle caserne de police de Wiesbaden, reconstruite l'année dernière sur un nouvel emplacement, un peu restreint d'ailleurs, ce qui a nécessité l'aménagement d'une partie des sous-sols.

L'édifice, bâti en face de la place Schiller, renferme les services et bureaux de la police, divers appartements et la prison. Il est d'un aspect assez monumental et a coûté plus de 600 000 francs; le prix du gros œuvre par mètre cube de bâtiment est d'environ 25 francs.

Caserne de pompiers de la Vondelstrasse, à Cologne. — Le service permanent d'incendie de la ville de Cologne, fondé en 1872, avec deux postes seulement, en compte aujourd'hui quatre par suite de la construction, en 1904, d'une caserne, située dans la Vondelstrasse, qui complète la protection des nouveaux quartiers. Cette caserne, traitée au point de vue architectural avec une certaine recherche, quoique nullement monumentale, est aménagée tout à fait sur les mêmes plans que celles de la ville de Paris; elle comprend, sur la rue, un bâtiment principal et un pavillon.

Au rez-de-chaussée du bâtiment principal, un départ complet composé de cinq voitures (pompe à bras, pompe à vapeur, échelles, fourgon et réservoir d'eau), avec six stalles pour un cheval chacune; toutes les voitures sont placées en face d'une porte. D'autres portes situées dans le mur du fond servent à les rentrer sans reculer, en passant par la vaste cour située par derrière. Au premier étage, les postes, dortoirs, lavabos, chambres, etc. Les escaliers sont doublés par un grand nombre de mâts de descente.

Le pavillon renferme l'infirmerie (avec une voiture d'ambulance et ses deux chevaux) et le logement du chef des pompiers.

Le Conservatoire de musique de Boston. — Cet établissement, qui vient d'être construit à Boston, est décrit dans l'*Engineering Record*, du 1^{er} avril. La construction est intéressante surtout au point de vue de ses dimensions, de l'aménagement des locaux et des installations mécaniques au moyen desquelles le plus grand confort sera mis à la disposition des occupants.

Le Conservatoire peut recevoir 1 500 élèves et comporte deux auditoriums: l'un de 1 000 places avec une scène aménagée, l'autre de 400 places seulement, pour les simples auditions musicales; ces deux auditoriums règnent sur toute la hauteur du bâtiment.

Le bâtiment, d'un seul tenant, est à trois étages, du type fireproof à ossature métallique et en briques, avec décorations en pierre de taille calcaire et fondations en granit. Le premier étage comprend, outre les salles de spectacle, des bureaux, des salles de classe et un magasin; aux deuxième et troisième étages se trouvent d'autres salles de classe et une bibliothèque.

Les installations mécaniques et chaudières pour le chauffage, l'éclairage, la ventilation, le service d'incendie, le téléphone, les monte-charges et ascenseurs sont placées dans un sous-sol; l'ensemble a une puissance totale de 300 chevaux, y compris la force motrice nécessaire pour un atelier d'imprimerie qui se trouve également au sous-sol.

Le nouveau lycée de Prague (Bohême). — Dans l'*Oesterr. Wochens.*, du 13 mai, M. Joseph PISKAC publie les plans du nouveau lycée de Prague, vaste bâtiment à deux étages, qui renferme une douzaine de classes et un amphithéâtre de physique, une grande salle de dessin, un gymnase, les appartements du directeur, etc., sans parler de nombreux laboratoires et bibliothèques.

Le calorifère est à air chaud et l'éclairage, ainsi que la distribution de l'heure par une pendule centrale, sont électriques.

L'auteur donne quelques renseignements sur les difficultés présentées par l'établissement des fondations sur un mauvais sol. Les massifs de béton ont 1^m 50 de largeur à la base, pour les murs de façade.

Les dépenses du gros œuvre se sont élevées à 385 000 couronnes, soit 284 couronnes par mètre carré de surface bâtie. Les aménagements ont coûté 33 000 couronnes.

CONSTRUCTION DES MACHINES

Étude des clavettes. — Dans son numéro du 11 mars, l'*American Machinist* publie une étude de M. R. S. RILEY sur le clavetage. Il fait remarquer que les tables employées sont plus ou moins empiriques, et que le diamètre de l'arbre ne doit pas être la seule base de détermination, puisqu'il dépend souvent d'autres facteurs que le moment de torsion.

Il insiste surtout sur le fait qu'on doit vérifier la résistance à l'écrasement; dans la plupart des clavettes, en effet, la véritable fatigue résulte de cet effort, et non pas du cisaillement.

Après avoir indiqué les formules qu'il emploie, l'auteur cite un cas d'accident résultant d'une clavette ayant des surfaces d'écrasement insuffisantes; le jeu provoqué par le matage a provoqué l'arrondissement des faces, d'où un moment que l'auteur calcule, et qui s'est trouvé suffisant pour fendre le moyeu.

Machines-outils de fabrication allemande. — M. Paul MOELLER décrit, dans la *Zeits. des Ver. deutsch. Ing.*, du 22 avril, quelques dispositifs employés par une Société allemande de constructions mécaniques pour des tours et des mortaiseuses, notamment un système de retour rapide des outils et un chariot de tour horizontal dont le déplacement est réalisé par la rotation d'une vis, solidaire du chariot, dans une portion d'écrou fixe qui occupe toute la longueur du banc.

Machine à affûter pour mèches hélicoïdes. — M. Hermann FISCHER donne la description, dans la *Zeits. des Ver. deutsch. Ing.*, du 29 avril, d'une machine à affûter pour mèches hélicoïdes, construite par les ateliers Schmalz, qui présente des dispositions intéressantes pour la fixation de la mèche sur son porte-outil et le réglage de sa position vis-à-vis de la meule.

Soupapes de compresseurs à longue course. — Pour améliorer le rendement des compresseurs et adoucir le choc des clapets, on peut réduire la masse et la longueur de course de ceux-ci, amortir les chocs par des ressorts, etc. L'efficacité des divers moyens dépend de la pression à laquelle on comprime l'air et de la fréquence des coups de piston.

On est parvenu notamment à utiliser toute la course des clapets, même aux grandes vitesses, en interposant, entre le cylindre et les clapets de refoulement, un tiroir ou un obturateur.

M. STRAND décrit, dans la *Zeits. des Ver. deutsch. Ing.*, du 29 avril, un système de clapets automatisés destiné à remplir le même but, au prix d'une construction relativement compliquée.

Les diagrammes relevés au cours des essais qu'il a faits sur un compresseur de ce genre, montrent le fonctionnement et le rendement de ce dispositif. Un certain nombre de variantes de ces clapets ont été essayées, et l'auteur en compare les avantages et les inconvénients respectifs.

Perçage de trous dans des tôles superposées. — L'avantage de percer à la fois les trous correspondants d'une série de tôles qui comportent les mêmes gabarits ou qui doivent être rivées ensemble est bien évident, aussi opère-t-on le plus possible en superposant les pièces et en forant chaque trou à la fois sur tout le paquet. Mais il arrive que, sous la pression de l'outil, les tôles cessent d'être en contact mutuel; les copeaux s'introduisent entre elles, et risquent de détruire la régularité des trous. Il faut alors défaire le paquet pour expulser ces copeaux, et tout ce travail constitue une perte de main-d'œuvre.

M. SCHRADER décrit sommairement, dans la *Zeits. des Ver. deutsch. Ing.*, du 29 avril, une perceuse mobile à châssis en C, analogue à celui des riveuses, destiné à pincer les tôles entre l'outil et une bouterolle ajustable, suivant la forme des pièces en travail.

Ce châssis en tôle porte un petit moteur électrique qui attaque par courroie une perceuse munie de tous les organes nécessaires; le tout est suspendu à un pont roulant et amené au-dessus des pièces. Le perçage et le montage provisoire peuvent ainsi se faire simultanément.

CONSTRUCTIONS NAVALES

Le « Discovery », navire de l'expédition antarctique. — La description de ce navire, qui a fait une campagne de trois ans dans les mers antarctiques et avec lequel les explorateurs se sont livrés surtout à des recherches sur le magnétisme, est donnée par M. W. E. SMITH qui l'a conçu, dans un mémoire présenté à l'Institution of Naval Architects, et publié par l'*Engineering*, du 14 avril.

Le navire, construit en principe pour marcher à la voile, comportait cependant une machinerie d'une puissance de 450 chevaux; en raison de la nature des recherches qu'on devait y faire et de ses petites dimensions, exigées pour la résistance à l'action des glaces, il a fallu prendre des dispositions particulières pour éloigner à plus de 10 mètres du laboratoire, sur un navire dont la longueur n'atteint pas 60 mètres, tous les objets pouvant présenter la propriété magnétique; cette obligation constituait une assez grande difficulté au moment de la construction, car les aciers non magnétiques de MM. Hadfield n'étaient pas encore connus.

Tout le bordé et la charpente sont en bois de différentes natures, avec doubles enveloppes et enduits calorifuges; l'hélice et le gouvernail présentent cette particularité de pouvoir être démontés du pont du navire et mis à l'abri des glaces pendant l'hivernage.

L'auteur étudie successivement les formes de la coque, le gouvernail, les emménagements au point de vue sanitaire et des recherches scientifiques, le cabestan, le laboratoire, les soutes, la stabilité, le tirant d'eau, la machinerie et les chaudières; il termine par quelques considérations sur les dispositions à prendre pour le prochain navire qu'on se propose de construire et qui est destiné à faire les mêmes opérations, en tenant compte de l'expérience acquise avec le *Discovery*.

Influence de l'accélération sur la résistance des navires. — L'auteur du mémoire ainsi intitulé, M. C. E. STROMBERG, qui l'a présenté à la dernière réunion de l'Institution of Naval Architects, s'est proposé de déterminer la résistance des navires par une seule expérience, au lieu d'opérer comme on le fait actuellement, c'est-à-dire d'essayer le navire successivement à des vitesses différentes pour les différents essais, mais constantes pour chacun d'eux.

Il fallait pour cela construire un appareil qui pût donner à chaque instant la vitesse du navire et aussi les modifications de sa vitesse, c'est-à-dire l'accélération. Aux essais, on aurait lancé le navire à une vitesse initiale déterminée, sa vitesse maximum en pratique, on l'aurait abandonné ensuite à lui-même et on aurait mesuré les valeurs successives de la vitesse et de l'accélération jusqu'à l'arrêt.

Les expériences faites sur des modèles réduits, avec des vitesses initiales différentes, ont conduit l'auteur à abandonner ce mode d'essai ; il arrive néanmoins à des conclusions intéressantes en ce qui concerne la résistance des coques. Ainsi, il semble que leur résistance soit plus grande quand il y a accélération (négative ou positive) que quand la vitesse reste constante. Le mode de propulsion par saccades, qui résulte, par exemple, de l'emploi de l'aviron ou des aubes dans le cas de certains navires à roues, serait donc désavantageux au point de vue de l'utilisation de la force propulsive.

Le mémoire de M. Stromeyer est reproduit par l'*Engineering*, du 21 avril.

Bateau à propulsion électrique. — En raison de son faible poids et de son peu d'encombrement, le moteur à pétrole s'applique parfaitement à la navigation : mais son emploi reste jusqu'ici limité aux petites embarcations, les dispositifs usuels de changement de marche s'appliquant mal aux grandes puissances.

M. J. W. H. HAMILTON décrit dans l'*Electrical World*, du 15 avril, un cargo-boat de 1100 tonnes dans lequel la difficulté a été tournée par l'emploi de l'électricité comme agent de transmission.

Ce bateau, *Vandal*, est destiné au transport du pétrole de Rebinsk à Saint-Petersbourg. Sa longueur est de 275 mètres, sa largeur 9^m 8, son tirant d'eau 1^m 80. L'énergie est fournie par trois moteurs Diesel de 120 chevaux chacun, directement accouplés à des dynamos à courant continu. Le bateau est à trois hélices, actionnées chacune par un moteur électrique. Les excitatrices sont montées dans le prolongement des génératrices, et servent en même temps à l'éclairage et aux services auxiliaires. Toute la commande se fait depuis le pont, en agissant sur l'excitation.

Le gouvernail est commandé électriquement.

La machinerie a coûté 150 000 francs, alors qu'on pouvait l'établir pour 107 500 francs avec du matériel à vapeur. Une économie de 5 000 francs par an se trouve nécessaire pour justifier l'emploi de la transmission électrique. Or l'économie de combustible seule, pendant une marche de deux mois, représente à peu près ce chiffre, sans tenir compte de l'accroissement de capacité du bateau qui correspond à un approvisionnement moindre. En déduisant l'excédent de poids qui résulte du matériel électrique, cet accroissement est de 10 % environ.

Un second bateau (*Samarat*) actuellement en construction n'aura que deux moteurs Diesel de 180 chevaux chacun. Les machines seront montées à l'arrière, de façon que le mécanicien les surveille en même temps que les moteurs électriques. Un accouplement mécanique permettra de les embrayer directement sur les arbres des hélices, pour les longs parcours sans arrêts. On réalisera ainsi une économie par la suppression des pertes électriques pendant les marches prolongées.

ELECTRICITÉ

Rhéostat compound pour moteurs à courant continu. — L'*Industrie électrique*, du 25 mars, contient une étude, de M. Emile Dubois, concernant un dispositif particulier de « rhéostat compound » destiné au démarrage et au freinage des moteurs à courant continu, et qui possède des propriétés tout à fait caractéristiques.

Alors que l'usage courant consiste à mettre en série le rhéostat avec le moteur, aussi bien au démarrage qu'à la mise en court-circuit pour le freinage à l'arrêt, le rhéostat compound, comme son nom l'indique, ne possède qu'une partie R_1 en série et une autre R_2 en dérivation aux bornes du moteur. Dans ces conditions, en appelant :

U la différence de potentiel aux bornes du rhéostat (dont la résistance totale est R) ;

I l'intensité du courant qui traverse l'induit du moteur, de résistance r ;

L'auteur démontre que le courant qui passe dans l'induit est donné par la formule

$$I = \frac{U - \frac{R}{R_2} e}{R - R_2 + \frac{Rr}{R_2}}$$

On voit donc que I est négatif ou positif suivant que la vitesse du moteur, proportionnelle à sa force contre-électromotrice e, est supérieure ou inférieure à une valeur déterminée par la position de la manette du rhéostat qui fait varier le facteur $\frac{R}{R_2}$. Le

moteur est ainsi freiné ou entraîné, suivant le cas, et amené à une vitesse prévue. De plus, cette vitesse peut être bien inférieure à celle que permet d'obtenir le rhéostat ordinaire.

L'auteur donne des applications numériques et démontre qu'un moteur dont le régime est de 20 à 21 ampères à 1 500 tours peut être ralenti au maximum à 72 tours avec le rhéostat ordinaire, alors qu'avec le rhéostat compound on obtient 16 tours. Ainsi la force vive du système est presque entièrement annulée avant l'arrêt absolu, et celui-ci est beaucoup plus précis.

La résistance électrique de l'acier. — On sait que la résistance électrique de l'acier varie avec la proportion de corps étrangers qu'il contient : silicium, carbone, manganèse, etc.

M. H. Le Chatelier a déjà étudié, en 1898, l'influence de ces deux derniers éléments, et indiqué un accroissement de résistivité de 7 microhms par augmentation de la teneur en 1 % de carbone ; 5 microhms par augmentation de 1 % de la teneur en manganèse.

M. P. MAHLER, ayant eu l'occasion de dresser le tableau des compositions chimiques et des résistances d'une série d'aciers Martin, fabriqués par l'usine de Trignac, montre dans la *Revue de Métallurgie* (mai) que la concordance des résistances mesurées avec celles calculées par la formule :

$$R = 10 + 7C + 5Mn,$$

déduite des indications de M. Le Chatelier, est très satisfaisante.

On a opéré, pour chaque nature d'acier, sur quatre éprouvettes prises respectivement : une heure et trois quarts d'heure avant la coulée, avant et après l'addition finale. Ces éprouvettes ont été recuites, puis refroidies lentement.

Les chiffres publiés par M. Mahler montrent que, pour les trois premières éprouvettes, les résistances calculées sont sensiblement plus fortes que les résistances observées. Les gaz occlus jouent là, sans doute, un rôle important. On peut remarquer, notamment, que l'addition qui élimine l'oxyde de carbone et désoxyde le bain, y fait varier la teneur et la distribution de l'hydrogène, et l'on sait que la présence de l'hydrogène contribue à augmenter la résistance électrique de l'acier.

L'éclaircissement de ces phénomènes est subordonné à des recherches plus complètes sur les gaz occlus.

M. Mahler signale en terminant que la production d'un acier à faible résistivité est plus rapide, d'après ces expériences, que celle d'un acier de construction.

Redresseur Cooper-Hewitt. — L'*Electrical World*, du 1^{er} avril, publie des photographies d'un redresseur de courant à vapeur de mercure, de 30 ampères, destiné à la charge d'accumulateurs sous 120 volts.

L'appareil consiste en une ampoule de verre de 225 millimètres de diamètre, contenant à sa partie inférieure un peu de mercure qui constitue l'électrode négative. Les deux autres électrodes sont en fer, et placées à la partie supérieure.

L'appareil est automatique, et se remet de lui-même en marche après une interruption de courant.

Lorsque la tension alternative n'excède pas 450 volts, on intercale un autotransformateur pour la ramener à la valeur voulue. Au delà, on se sert d'un transformateur ordinaire. L'appareil peut être réglé entre 30 et 6 ampères, et fonctionne sur tout circuit monophasé à la fréquence 60.

La chute de tension dans l'ampoule est de 10 à 15 volts, et à peu près indépendante de l'intensité du courant.

L'essai des compteurs à la Compagnie Edison de New-York. — L'*Electrical World*, du 1^{er} avril, décrit l'installation de la New-York Edison Co pour l'essai des compteurs électriques. Un étage de 450 mètres carrés est affecté au laboratoire d'essai et à l'atelier de réparations, indépendamment des services de vérification sur place. Un banc d'essai de compteurs à courant continu permet à volonté les vérifications séparées, en série ou en parallèle. La charge est donnée par des groupes de lampes, montés dans une petite salle spécialement ventilée par une cheminée. L'excitation des compteurs est fournie par une batterie spéciale.

Un tableau distinct sert à la vérification quotidienne et rapide des compteurs étalons employés pour les travaux à domicile.

Le laboratoire est pourvu d'une horloge-type, à

laquelle les chronographes du laboratoire sont comparés au moins une fois par jour.

Les pièces de rechange employées aux réparations sont soigneusement vérifiées : les induits sont essayés au point de vue de la résistance et de l'isolement ; les aimants sont essayés à l'aide d'une machine spéciale.

Les pivotages ont été l'objet d'une étude minutieuse. Après essais, la Compagnie s'est arrêtée au diamant, et en a maintenant 15 000 en service.

Une partie du laboratoire est affectée à la vérification des compteurs à courant alternatif.

La Compagnie possède en stock 5 000 compteurs, vérifiés à leur réception et prêts à être installés. Un essai a lieu six semaines après l'installation, puis les compteurs sont ensuite vérifiés annuellement.

Les appareils employés aux vérifications sont fréquemment étalonnés au laboratoire de la Compagnie et comparés avec des étalons extérieurs.

Les compteurs simples sur les circuits à trois fils. — La mesure exacte de l'énergie dépensée dans un circuit à trois fils nécessite l'emploi de deux compteurs. On emploie quelquefois un seul compteur, dont l'inducteur est divisé en deux parties branchées chacune sur un pont.

L'induit peut être branché, ou entre les fils extrêmes, ou entre le neutre et l'un des extrêmes.

Dans l'*Electrical World*, du 15 avril, M. A. FREUDENBERGER étudie l'erreur qui résulte de l'emploi ainsi fait d'un compteur unique.

Lorsque les intensités sur les deux ponts sont égales, le compteur indique un chiffre exact si son induit est branché entre les extrêmes. Les valeurs obtenues sont trop fortes ou trop faibles (suivant le pont employé) lorsque l'induit est branché sur un seul pont.

Lorsque les deux tensions sont égales, l'indication est exacte dans tous les cas.

La connexion de l'induit avec les conducteurs extrêmes est celle qui donne en général les erreurs les plus faibles, erreurs qui peuvent se neutraliser lorsque l'excédent d'intensité est, tantôt sur un pont, tantôt sur l'autre.

Mesure du glissement d'un moteur asynchrone. — Dans l'*Electrical World*, du 22 avril, M. B. F. BAILEY indique, pour la mesure du glissement dans les moteurs asynchrones, une méthode qui ne demande qu'une installation simple et n'implique pas l'accès à la génératrice.

Cette méthode consiste à monter sur l'arbre du moteur un appareil à contact analogue à ceux qui servent au tracé des forces électromotrices par points. Un circuit partant d'un des conducteurs passe par cet appareil, traverse un voltmètre et retourne à l'autre conducteur de la même phase. Le voltmètre peut être shunté par un condensateur, s'il est insuffisamment sensible.

Si le moteur était synchrone, le voltmètre subirait une déviation permanente. L'asynchronisme a pour effet de fournir au voltmètre une force électromotrice dont la période est celle du glissement. Il suffit donc de compter les battements du voltmètre pour en déduire le glissement, la fréquence étant connue. Celle-ci peut d'ailleurs se déduire de la mesure de la vitesse du moteur, à laquelle on ajoute celle du glissement. On peut employer un téléphone à la place du voltmètre.

Le démarrage des commutatrices. — Dans l'*Electrical Review* (Londres), du 21 avril, M. SIDNEY WOODFIELD étudie les divers procédés employés pour la mise en marche des commutatrices dans les sous-stations.

1^o **Démarrage par courant continu**, soit à l'aide d'une batterie d'accumulateurs, soit par un convertisseur actionné par moteur asynchrone. Le rhéostat d'excitation de la commutatrice sert au réglage exact de la vitesse avant enclenchement. Dans une sous-station pourvue de plusieurs commutatrices, l'auteur conseille d'avoir un seul rhéostat de démarrage et des barres omnibus. On peut également démarrer les autres commutatrices à l'aide de la première, lorsque celle-ci a été mise en marche. L'auteur conseille le démarrage par courant continu comme le plus simple et le moins coûteux.

2^o **Démarrage par le courant alternatif** à tension réduite, obtenue à l'aide de prises additionnelles sur les transformateurs. Le courant polyphasé étant mis sur les bagues, le moteur atteint la vitesse synchrone grâce à l'hystérésis et aux courants de Foucault. Le couple est faible, bien que le courant

atteigne trois fois le courant normal. Le décalage étant fort, il se produit une chute de tension considérable sur la ligne. Les inducteurs doivent être ou fermés sur eux-mêmes, ou divisés en sections par un interrupteur multiple, pour éviter que la tension y atteigne une valeur trop élevée. Cette méthode présente quelque incertitude, la polarité de la machine étant inconnue.

3° *Méthode du compensateur*, qui est un perfectionnement de la précédente.

4° *Démarrage mécanique* avec l'aide d'un moteur asynchrone.

5° *Démarrage par la génératrice*, méthode excellente, mais seulement applicable à la première commutatrice à démarrer.

6° *Démarrage direct*, consistant à mettre simplement le convertisseur sur la ligne; ce procédé n'est applicable qu'aux petites machines, et provoque une forte chute de tension.

Construction et montage d'alternateurs de 5 000 kilowatts. — Ces alternateurs sont ceux qu'utilise le Rapid Transit Subway de New-York pour la traction électrique de ses trains (1) dans sa station centrale de New-York; leur construction et leur montage sont décrits en détail par M. R. L. Wilson dans l'*Engineering News*, du 23 mars. La partie mobile de ces alternateurs, d'un diamètre de 9^m 75, pèse 160 tonnes; la partie fixe a 12^m 80 de hauteur et pèse 270 tonnes.

Isolateurs pour canalisations à haute tension. — M. E. H. CRAPPER étudie cette importante question, de la résolution de laquelle dépend le développement de l'électricité en Europe, dans l'*Engineering*, du 17 mars et du 5 mai. Il attribue à l'absence, en Amérique, de préoccupations sur l'isolement absolu des canalisations et aussi aux conditions locales favorables, l'extension rapide qu'y ont prise les transports de force à haute tension.

Il énumère d'abord les exigences auxquelles doit satisfaire l'isolateur : impénétrabilité du diélectrique, appropriation de la forme, éloignement suffisant entre le conducteur et le support des isolateurs pour prévenir la formation d'arcs, faible capacité électrostatique; résistance mécanique aux chocs, à la traction, à la compression, aux vibrations; nettoyage et remise en état faciles; homogénéité, compacité et sûreté de fabrication; montage et fixation faciles.

M. Crapper montre ensuite comment, suivant les climats, ces diverses conditions peuvent être satisfaites, puis il passe en revue la nature, la fabrication et la vérification des matériaux isolants employés, ainsi que les formes qui leur ont été données dans les différents types d'isolateurs. Il pense qu'actuellement, on peut construire des isolateurs résistant à des tensions de 100 000 volts.

Manœuvres électriques dans les aciéries. — L'*Engineer*, du 28 avril, donne quelques renseignements sur plusieurs machines construites par la Compagnie Internationale d'Électricité de Liège, pour servir aux manipulations en usage dans les aciéries et dont les organes sont commandés par des moteurs électriques.

Il décrit notamment une machine à retourner les pièces de forge sous le marteau, employée aux usines de Seraing près Liège.

Boîtes de jonction pour câbles électriques employées sur les wagons. — Le développement des systèmes d'intercommunication électrique entre les différents wagons d'un train, puis l'introduction de l'éclairage électrique, souvent combiné de telle façon que le courant doit être transmis d'un wagon à l'autre au moyen de câbles et de boîtes de connexion, a nécessité l'étude de modèles spéciaux pour ces boîtes qui forment une partie délicate de l'installation.

On conçoit, en effet, qu'un signal d'alarme électrique devient illusoire si les contacts des câbles souples ne sont pas assurés d'une façon irréprochable, de même pour l'éclairage.

D'autre part, la poussière tend à s'introduire dans les boîtes et les manœuvres incessantes risquent de les disloquer au bout de peu de temps. Il y a là une double difficulté que les constructeurs ont surmontée, puisque ces appareils sont aujourd'hui d'emploi courant.

M. MYKISCH en décrit plusieurs modèles allemands, avec plans à l'appui, dans les *Annalen für Gewerbe*, du 15 mai.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

L'industrie électrique en Allemagne. — Après avoir subi, ces dernières années, une forte crise, l'industrie électrique allemande a profité, dernièrement, de l'amélioration générale et notamment de nouvelles applications dans les mines (machines d'extraction, pompes, ventilateurs, etc.), sans compter les extensions de la traction, de l'éclairage, des signaux électriques, etc. Abandonnant, au prix de gros sacrifices, la politique d'exploitation industrielle et commerciale sous le couvert de filiales, les grosses maisons se sont concentrées dans le domaine de la construction, et ont de plus consolidé leur situation par des accords qui supprimaient la concurrence ou même des fusions qui réduisaient leurs frais généraux.

C'est ainsi qu'en 1902 l'Allgemeine E. G. s'est associée et ensuite a fusionné avec l'Union E. G.; la maison Siemens et Halske s'est unie à la maison Schuckert, et, tout récemment, la Société Lahmeyer, de Francfort, s'est groupée avec les établissements Felten-Guillaume, de Mulheim, de sorte que chacun des grands trusts a maintenant son usine de câbles électriques et se suffit à lui-même de ce côté.

Sur l'ensemble de la production, 40 % environ reviennent aux grandes Sociétés (A. E. G., Siemens-Schuckert, etc.), qui fabriquent à peu près de tout, et 60 % aux usines spécialisées dans certaines branches de l'électricité. Le capital engagé dans cette industrie peut être évalué, au début de cette année, à 600 millions, et le nombre des ouvriers à 72 000.

Une branche relativement nouvelle en Allemagne, et que l'on s'empresse d'exploiter, consiste dans la construction des turbo-dynamos à vapeur; les grosses maisons ont adopté chacune un ou deux types, la plupart américains, dont elles se sont assurées la fabrication exclusive. L'application de ces machines aux paquebots est à l'ordre du jour, aussi bien en Allemagne qu'en Angleterre (1).

Si les constructions de stations centrales, soit pour éclairage, soit pour tramways, sont de moins en moins nombreuses, en raison de l'absence de besoins nouveaux, leur puissance ne s'en développe pas moins, notamment en raison des applications agricoles.

Les chiffres suivants, empruntés à l'*Économiste français*, du 13 mai, montrent cette progression :

	1894	1899	1903
Lampes à incandescence de 50 watts (milliers)	493	2 624	5 687
Lampes à arc de 10 ampères (milliers)	42	50	111
Électromoteurs (milliers de chevaux)	56	106	263
	1896	1901	1903
Tramways (kilomètres)	854	4 548	5 500
Voitures motrices.	1 571	7 290	8 702
Autres voitures.	989	4 967	6 190

Malgré ces résultats très encourageants, les bénéfices ne sont pas entièrement dans une progression correspondante, étant donné que, pendant la crise les prix de vente avaient été fortement réduits, et n'ont pu être relevés que partiellement. De plus, le cuivre a subi une hausse de 10 à 15 %; or la consommation de ce métal s'est élevée, pour toute l'Allemagne, en 1904, à 137 500 quintaux.

HYDRAULIQUE

Canalisation d'eau à haute pression pour le service d'incendie à New-York. — L'*Engineering News*, du 23 mars, donne un extrait du rapport officiel qui a été présenté par M. M. de VARONA sur le projet, qui vient d'être adopté, de l'établissement à New-York, d'un service d'eau à haute pression pour le service d'incendie dans un des quartiers les plus menacés et les plus peuplés de la circonscription de Manhattan.

Le système proposé ressemble à celui qui est déjà en service à Philadelphie avec cette différence que des moteurs électriques remplacent ici les moteurs à gaz de Philadelphie, pour actionner les pompes. Celles-ci ne fonctionnent d'une façon continue qu'en cas de nécessité et sont réparties dans deux stations principales. La simple manœuvre d'un commutateur les mettra en mouvement et donnera la pression maximum dans les conduites au bout d'une minute. En principe, on distribuera de l'eau douce prise sur les canalisations ordinaires de la ville, mais des dispositions seront prises pour qu'en cas de besoin

l'eau de mer puisse être utilisée. Le système pourra être également employé pour l'arrosage des rues à l'eau de mer. La pression maximum sera de 21 kilogr. par centimètre carré.

La dépense prévue est de 20 millions de francs; les premiers travaux seront commencés cet été.

Détermination graphique du travail maximum que peut fournir une conduite hydraulique. — L'*Engineering Record*, du 15 avril, reproduit des graphiques dressés par M. W. P. TAMS, ainsi que leur mode d'établissement, qui donnent le travail maximum que peut fournir l'eau arrivant par des conduites de différents diamètres lorsqu'on fait varier la hauteur de chute. Les mêmes graphiques donnent aussi le débit et la vitesse dans les différents cas.

La hauteur effective d'écoulement, dans le cas du maximum, est les deux tiers de la pression statique; le dernier tiers est absorbé par le frottement des particules liquides entre elles ou contre les parois de la conduite. La puissance maximum pour une même conduite croît comme la puissance $\frac{3}{2}$ de la pression statique.

HYGIÈNE

Les installations d'assainissement de la ville de Göttingue (Allemagne). — M. JENNER, Ingénieur de la ville de Göttingue, publie dans la *Zeits. für Archt. und Ing.* (n° 2 de 1905) une note relative à l'usine construite en 1903 pour l'épuration du sewage de cette ville, avant son rejet dans la rivière. Le collecteur, muni d'un déversoir qui permet aux eaux d'orage de s'écouler directement aboutit, au sous-sol de l'usine, et se divise en deux cunettes dont le fond présente un ressaut brusque où les matières lourdes s'arrêtent. Elles y sont reprises par des dragues, remontées à l'étage supérieur et versées dans des wagonnets qui les emmènent à une fosse, où elles sont mélangées de débris de tourbe et de balayures des rues.

L'usine, avec sa machine à vapeur, ses pompes, et ses accessoires, a coûté 60 000 marks.

L'année dernière, l'Institut de Chimie et d'Hygiène de l'Université de Göttingue a fait des recherches suivies sur le fonctionnement de cette installation, dont on paraît satisfait.

Voiture pour l'enlèvement rapide et hygiénique des gadoues. — L'*Engineering News*, du 6 avril, décrit un nouveau système d'enlèvement des gadoues qui fonctionne depuis deux ans à Oakland (Californie) et qui donne satisfaction entière au point de vue de la rapidité et de l'hygiène.

Chaque immeuble d'habitation est pourvu de récipients métalliques cylindriques d'un modèle uniforme tenant 45 litres et pesant 25 kilogr. en moyenne quand ils sont pleins. Ces récipients sont munis d'un couvercle hermétique et, quand ils sont fermés, peuvent être manipulés facilement et rapidement sans dégager aucune odeur ni former de poussières.

La voiture collectrice, tout en métal et facile à nettoyer le cas échéant, peut recevoir soixante récipients pareils; elle apporte des récipients vides et stérilisés qu'elle échange en ville contre les récipients pleins. Au lieu du déchargement des gadoues, la vidange se fait automatiquement et rapidement, et les récipients sont ensuite nettoyés et stérilisés de façon que, déposés chez l'habitant, ils ne soient pas par eux-mêmes une cause d'infection.

Les roues de la voiture sont munies de bandages pneumatiques, et les récipients sont logés dans des compartiments munis de tampons amortisseurs de chocs en caoutchouc, ce qui permet à la voiture de circuler rapidement dans la ville sans aucun bruit. Elle peut, dans ces conditions, et à cause de la rapidité de l'enlèvement des gadoues, faire un très grand nombre de voyages dans la journée.

La destruction des gadoues par le feu et son utilisation. — L'*Engineering News*, des 13, 20 et 27 avril, donne une série de monographies sur quelques-unes des installations anglaises où se fait la destruction des gadoues par le feu avec ou sans utilisation de la chaleur ou des cendres. Dans le premier numéro des trois, une comparaison est faite entre ces installations, nullement choisies comme modèles, et les installations similaires des États-Unis, montrant que la combustion et l'utilisation sont beaucoup moins bonnes dans ces dernières.

D'après cette enquête, il y aurait intérêt à séparer dans les gadoues les produits combustibles de

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 8, p. 113, et n° 9, p. 129.

(4) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 9, p. 139; t. XLVI, n° 4, p. 5 et 6, et n° 13, p. 208.

ceux qui le sont peu ou point, et, pour obtenir une combustion complète des premières, de réaliser une température très élevée. On ne voit pas, dans ces conditions, pourquoi la chaleur ainsi fournie ne serait pas utilisée à la production de vapeur.

A cet effet, les fours doivent être munis de petites grilles et alimentés progressivement et régulièrement en employant des chauffeurs habiles et non pas en jetant par tombereaux entiers et sans précautions les gadoues, telles quelles, ou avec le combustible qui leur est souvent mélangé. De plus, les foyers d'une même batterie doivent être indépendants, de façon que les opérations, faites à l'un d'eux, ne troublent pas le fonctionnement des autres; cela est d'autant plus nécessaire que ces foyers ne marchent bien que grâce à un tirage forcé.

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Essais des briques ordinaires en argile. —

Le Bureau des Constructions de la circonscription de Manhattan, à New-York, se propose d'essayer systématiquement tous les matériaux employés pour la construction des immeubles dans la ville et cela en raison de la variété et de la nouveauté des produits artificiels, de plus en plus nombreux, qui apparaissent sur le marché. Les premiers essais ont été faits sur des briques cuites ordinaires, en argile commune, par M. J. H. Woolson, à l'Université de Columbia; les résultats qu'ils ont donnés sont rapportés par lui dans un article de l'*Engineering News*, du 13 avril.

Les échantillons, représentant autant que possible la moyenne, étaient pris sur les chantiers mêmes de construction, et, en général, au nombre de cinq pour chaque sorte à moins qu'il n'y eût de grandes différences apparentes, auquel cas les briques surcuites et les incuites étaient essayées séparément.

Les cinq briques, reposant sur deux appuis, étaient d'abord essayées à la flexion jusqu'à rupture; cinq des moitiés ainsi obtenues étaient essayées à la compression, trois autres pour déterminer leur pouvoir absorbant pour l'eau et les deux dernières, soumises à un essai de congélation. Enfin, on faisait séparément des essais au feu.

Les essais d'absorption ont montré que la quantité d'eau absorbée était, pour une même durée, plus grande lorsque l'échantillon plongeait dans l'eau par une de ses faces seulement que quand il y était totalement immergé.

Ce résultat, qui est plus conforme à celui que la brique donne à l'usage, s'explique par le fait que l'air occlus trouve difficilement à s'échapper quand le liquide entoure complètement l'échantillon, tandis que, dans le cas contraire, sa sortie est facilitée par la capillarité.

Les échantillons imprégnés étaient également essayés à la compression.

Les essais à la congélation consistaient en une série de vingt gels et vingt dégels se succédant alternativement dans les mêmes conditions. En général, les matériaux se sont bien comportés à cet essai.

L'essai au feu comprenait une chauffe graduelle, l'une jusqu'à 400, l'autre jusqu'à 950 degrés, sans que les flammes touchassent l'échantillon, et une aspersion d'eau froide, après que ces températures eurent été maintenues pendant dix à vingt minutes et cela sur un seul échantillon, l'autre restant comme témoin. En général, les briques se sont mieux comportées au refroidissement brusque après avoir été chauffées au rouge vif que quand elles l'avaient été au rouge sombre.

Un tableau des résultats, annexé à l'article, montre combien est variable la qualité, non seulement des produits dénommés de la même façon, mais encore des différents échantillons d'un même produit provenant d'un même tas; c'est ainsi que le chiffre de la résistance à la flexion varie du simple au triple; il est en général très inférieur à celui qui est donné dans les aide-mémoire.

Préparation et emploi du béton. — M. C. A. MARCHAM, qui est à la fois fabricant d'une des principales marques américaines de ciment et grand consommateur de ce même produit comme entrepreneur de travaux, a présenté dernièrement, à la National Builders' Supply Association, un mémoire que l'*Engineering Record*, du 15 avril, reproduit dans ses parties essentielles.

Après avoir recommandé de prendre des matériaux de premier choix toutes les fois qu'on emploie un ciment de qualité bien déterminée pour des travaux spéciaux, puis signalé les meilleurs résultats

obtenus, toutes choses égales d'ailleurs, quand le mélange intime des ingrédients est complètement terminé à sec, avant toute introduction d'eau, M. Marcham étudie le mode d'emploi du béton pour les différents genres de travaux : murs de face et de refend, fondations, planchers de caves, pavages et bordures, enduits, blocs de béton, béton armé.

Il termine en décrivant à titre d'exemple une maison d'habitation tout en béton qu'il a construite pour lui-même, l'année dernière, et où les principes dont il fait l'exposé ont été rigoureusement appliqués.

Les suintements qu'on reproche aux murs en béton, et qui se produiraient sous l'influence des différences de température et d'humidité sur leurs deux faces, ne s'observent pas quand les précautions nécessaires et faciles qu'il indique ont été prises. La maison d'habitation construite en béton serait par conséquent absolument sèche et étanche. Son prix d'établissement et les frais d'entretien sont, en outre, beaucoup moins élevés que pour tout autre mode de construction.

MÉCANIQUE

Le problème des forces mobiles. — Dans le calcul de la plupart des ponts, on remplace le train de forces isolées à considérer par une surcharge uniforme mobile.

Cette manière de procéder donne bien des résultats pratiquement exacts pour les pièces sur deux appuis libres, mais il n'en est pas de même dans les cas plus difficiles. Pour le calcul des ponts tournants, par exemple, on adopte comme surcharge uniforme mobile celle qui donne le même moment fléchissant maximum maximum que le train de forces isolées parcourant une pièce sur deux appuis de portée égale à la longueur de la culasse.

M. L. DESCAUS, Ingénieur belge des Ponts et Chaussées, dans une étude publiée par les *Annales des Travaux publics de Belgique* (février 1905) ne voit pas comment les moments fléchissants dus à la force uniforme ainsi déterminée peuvent être en rapport avec ceux que produit réellement le passage du train d'épreuve. Il lui paraît utile, dans tous les cas, d'étudier directement l'effet des charges isolées mobiles; l'emploi des lignes d'influence conduit à la résolution de ce problème.

Dans son mémoire l'auteur examine les *pièces statiquement déterminées* (poutres sur deux appuis, à âme pleine et à treillis, — ponts, grues ou cantilevers, — arcs à trois rotules) et les *pièces à simple indétermination statique*, c'est-à-dire celles dont l'étude n'exige la résolution que d'une seule équation de déformation (pièces encastrées à un bout et appuyées à l'autre, certains types de ponts-grues, ponts tournants simples et doubles.)

En outre, du cas de forces isolées mobiles, M. Descaus considère dans son travail celui d'une surcharge uniforme mobile qui a son utilité pour le calcul de certains ponts-routes et des passerelles pour piétons.

Étude des vibrations produites sur les pièces fixes des mécanismes à mouvements alternatifs.

— L'*Engineering*, du 24 mars, donne les conclusions principales d'une conférence faite par M. W. E. DALBY, à la Royal Institution, sur les problèmes que soulève la question des vibrations dans l'art de l'Ingénieur.

M. Dalby met d'abord en évidence le mouvement vibratoire que prend un palier d'arbre sur lequel est calée la manivelle de la bielle motrice d'une machine à un seul piston, en amplifiant les oscillations par un système optique à réflexion; une correction parfaite est apportée par l'adjonction d'une machine identique à la précédente, calée à 180 degrés sur le même arbre.

Calées à 0 degré, comme dans certaines machines à gaz, les manivelles donnent aux oscillations une amplitude considérable.

Il montre ensuite, que tout mouvement vibratoire des pièces du bâti peut être considéré comme la superposition de mouvements vibratoires d'amplitudes et de périodes différentes et que dans le cas d'une manivelle motrice unique, deux de ces mouvements vibratoires sont assez importants pour justifier des dispositions d'équilibrage. La suppression des vibrations, dans ce cas, peut toujours être obtenue pratiquement et quel que soit le poids mis en mouvement par une seule manivelle, au moyen de deux contrepoids ayant deux vitesses angulaires, l'une égale à celle de la manivelle et l'autre double.

Il décrit, en passant, une disposition adoptée dans un moteur à pétrole à deux cylindres, grâce à laquelle l'équilibrage est parfait.

Le cas des vibrations d'un navire, dues au mouvement de la machinerie, est plus complexe. Pour une vitesse déterminée, la coque peut vibrer en synchronisme avec les pièces à mouvement alternatif de la machine et, par la superposition des impulsions successives, conduire à des amplitudes d'oscillations extrêmement dangereuses. Il suffit, fort heureusement d'ailleurs, d'une faible différence pour que le synchronisme n'ait pas lieu.

Rendement commercial des principaux moteurs. — Au point de vue commercial le rendement d'une machine dépend de l'économie de transformation de l'énergie et du coût de son installation.

L'*Engineer*, du 28 avril, résume le mémoire de M. A. M. DOWNIE présenté à la Glasgow University Engineering Society, au sujet de la comparaison des rendements ainsi entendus des machines à vapeur, turbines à vapeurs et moteurs à gaz.

L'étude est basée sur les essais de quatre machines à vapeur de 240 à 5 000 chevaux, de trois turbines à vapeur variant de 300 à 3 000 chevaux et de quatre moteurs à gaz variant de 380 à 886 chevaux.

L'auteur donne, pour ces diverses machines, le nombre de chevaux indiqués, la pression de marche, la surchauffe, la consommation de vapeur ou de gaz par cheval indiqué, la quantité de chaleur développée par cheval-heure indiqué et par mètre cube de gaz, les dépenses de charbon par cheval-heure indiqué et par kilowatt-heure, le nombre de tours et, pour trois usines de 10 000 chevaux employant respectivement les trois genres de moteurs étudiés, la surface et le volume des usines complètes et de la salle des machines seule par cheval effectif, l'encombrement des machines par cheval effectif, les prix détaillés d'installation et d'exploitation et les mêmes prix totaux par kilowatt ou kilowatt-heure.

Il discute ensuite ces différents chiffres et conclut de cette discussion que les moteurs à gaz sont les plus avantageux. Ils le sont d'autant plus que le coefficient de charge de l'usine actionnée est plus grand. Ainsi, avec un coefficient de charge de 15 %, l'économie annuelle des dépenses totales de l'installation avec moteur à gaz sur l'installation avec turbines à vapeur est de $\frac{1}{13}$; avec un coefficient de charge de 60 % elle est de $\frac{1}{4}$.

Entre 7 et 9 % de coefficient de charge, les dépenses totales de l'installation avec moteur à gaz sont supérieures à celles de l'installation avec turbines à vapeur et inférieures à celles de l'installation avec machine à vapeur. Au-dessous de 7 % elles sont supérieures aux deux autres.

Calcul du profil des aubages des roues Pelton.

— La *Schweiz. Bauzeit.*, du 29 avril, publie une note de M. Rudolf ESCHER relative au choix du profil des aubages des roues hydrauliques du genre Pelton, c'est-à-dire où le jet d'eau arrive perpendiculairement à l'axe de la roue, se divise sur une arête médiane, frappe symétriquement les concavités des aubages et s'échappe latéralement aussi bien d'un côté que de l'autre. L'auteur calcule les dimensions relatives et les formes de chaque partie des aubages.

Résistance à la traction des bateaux sur les canaux.

— M. THIELE publie dans le *Zentralbl. der Bauverw.*, du 17 mai, à propos de l'article de M. Sonne, relatif à la résistance à la traction des bateaux sur les canaux, que nous avons précédemment signalé (1), un diagramme résumant les observations qu'il a faites à ce même sujet sur le canal de Dortmund à l'Ems. Il estime que cette résistance peut être représentée, en fonction de la vitesse, par $R = kv^n$, n étant compris entre 2 et 3.

MÉTALLURGIE

Effet de la présence du soufre sur le miroitement des fontes siliceuses. — Dans un mémoire que reproduit l'*Engineer*, du 17 mars, MM. G. J. WARD et A. H. LONGDEN exposent les résultats des expériences qu'ils ont faites pour déterminer la cause à laquelle il faut attribuer le miroitement de certaines fontes, riches en silicium.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 18, p. 259.

Le miroitement serait dû à la haute température du vent en présence d'un excès de combustible, la scorie étant acide.

Dans les mêmes conditions la fonte a tendance à retenir du soufre, mais la présence à teneur élevée de celui-ci, concomitante seulement du miroitement, n'en est pas la cause.

Le miroitement est probablement dû à la formation de siliciure de fer SiFe_2 , possible aux hautes températures dans ces conditions, comme le montre la préparation directe de ce corps sous forme d'écaillés miroitantes au four électrique telle qu'elle a été réalisée par Moissan.

Dosage rapide du vanadium dans les produits métallurgiques. — L'entrée du vanadium dans la pratique métallurgique a fait rechercher des méthodes rapides et précises, pour son dosage dans les produits industriels. Dans le *Moniteur scientifique*, de mai, M. E. CAMPAGNE, qui avait déjà imaginé une méthode convenant particulièrement aux aciers au vanadium, montre comment celle-ci est applicable à d'autres composés comme les ferro, cupro et aluminovanadiums.

L'auteur expose sa méthode, après avoir décrit, pour mieux les comparer, les principaux procédés qui ont été proposés dans le même but. La méthode consiste essentiellement à préparer les chlorures des métaux accompagnant le vanadium, en même temps que l'oxychlorure de vanadium, puis à extraire celui-ci par l'éther, à le transformer en sulfate de divanadyle bleu et à titrer ce dernier par le permanganate.

Comparaison des méthodes d'analyse pour la détermination du carbone et du phosphore dans les aciers. — On sait que malgré tous les soins qu'on peut apporter à la préparation des échantillons et aux opérations de laboratoire, il est presque toujours difficile de trouver une concordance suffisante entre les résultats des analyses fournies par des chimistes différents.

Des tentatives furent faites souvent pour tâcher de remédier à un pareil inconvénient, notamment par la British Association en 1889; la question a été reprise tout dernièrement par un Comité international de chimistes en raison de l'importance que présente la question pour l'acier.

Les recherches ont porté uniquement sur la détermination du phosphore et du carbone dans l'acier. Appel a été fait aux chimistes des deux mondes: on leur fournissait un même échantillon et on les invitait à exposer leur méthode d'analyse en même temps que le résultat qu'elle avait donné. En général les chimistes allemands et français ont peu ou pas répondu.

Ce sont ces méthodes, les résultats qu'elles ont donnés et l'interprétation de ces résultats qu'expose en détail le numéro 2 de mars du *Bi-Monthly Bulletin of the American Institute of Mining Engineers*. De nombreuses figures, montrant des détails d'appareils, accompagnent les exposés des méthodes de MM. H. VON JUPTNER, A. A. BLAIR, GUNNAR DILLNER et J. E. STEAD.

Les alliages métalliques employés dans les industries mécaniques. — Ces alliages, leurs qualités, leur fabrication et leurs modes d'emploi sont passés en revue par M. E. A. LEWIS, dans l'*Engineering*, du 31 mars.

L'auteur distingue: les alliages pour garnitures d'étanches à la vapeur, à l'eau, aux gaz et employés aux pressions élevées; les alliages ne devant pas résister aux pressions; les pièces fondues; les alliages à braser; les alliages pour coussinets avec ou sans garniture d'antifriction; et enfin le bronze phosphoreux pour tiroirs, vannes et généralement toutes pièces glissantes.

Il définit le plus important de ces alliages, le *gun-metal* (métal à canons), seul apte à résister aux hautes pressions, comme un bronze d'étain ne devant pas contenir en même temps plus de 2 % de zinc et de 2 % de plomb. L'addition en quantités notables de ces deux métaux facilite cependant la coulée ou le moulage des pièces; l'addition de 0,05 % de phosphore augmente le coefficient de rupture à la traction de 1/4 par millimètre carré, mais aussi la fragilité et la dureté au point de rendre difficile le travail au moyen des outils de tour. Les propriétés, la composition et l'emploi sont étudiés en détail pour le *gun-metal* ainsi que pour plusieurs bronzes moins fins employés aux pressions moyennes.

Puis M. Lewis passe successivement en revue et de la même façon les autres variétés d'alliages pré-

cedemment citées et termine en donnant les précautions à prendre et les règles à observer pour éviter les mécomptes et les pièces manquées dans le moulage des pièces faites en cuivre pur ou avec des alliages de cuivre.

Réservoirs en tôle émaillée. — L'*American Machinist*, du 22 avril, décrit la façon dont sont construits à la Pfaunder Co les réservoirs en tôle émaillée employés maintenant de préférence aux réservoirs en bois dans la brasserie et la distillerie.

Les tôles, coupées à la cisaille, sont dressées sur une machine double. Elles sont ensuite rivées, puis soudées, la rivure ne servant qu'à maintenir le joint pendant la soudure.

Les collerettes pour l'assemblage des diverses viroles sont ensuite obtenues à l'aide d'une machine spéciale, que l'article en question décrit en détail. On perce ensuite à la poinçonneuse les trous de boulons. Ce perçage est exécuté de façon à obtenir l'interchangeabilité.

Les viroles sont ensuite nettoyées au jet de sable, puis humectées pour recevoir l'émail en poudre impalpable, enfin portées au four, où elles reposent sur une plaque tournante qui permet d'égaliser l'action du feu. L'émail employé fond à haute température (environ 1100 degrés), et l'émaillage demande environ dix minutes.

Les fonds des réservoirs sont obtenus à la presse hydraulique, une seule presse pouvant fournir par jour soixante-cinq fonds de 3 mètres.

Le bassin minier de Lorraine et de Luxembourg. — Le *Stahl und Eisen*, du 1^{er} mai, publie deux tableaux d'ensemble relatifs au bassin minier lorrain et luxembourgeois, où l'extraction des minettes est de plus en plus considérable. Le premier donne la liste des mines de fer, le second des usines métallurgiques de la région, situées soit en France, soit en Lorraine allemande, soit dans le Luxembourg. Une carte où sont portées les mêmes indications, avec les voies ferrées depuis Nancy jusqu'à Luxembourg et Arlon, accompagne ce article.

Les fours métallurgiques en Amérique. — Le *Stahl und Eisen*, du 1^{er} mai, reproduit une conférence de M. B. OSANN à l'Association allemande des fabricants de produits réfractaires, dans laquelle l'auteur insiste surtout sur les types de constructions qu'il a vu employer en Amérique, soit pour les hauts fourneaux, soit pour les fours à sole, Martin ou autres.

Il fait ressortir les caractéristiques du profil le plus souvent employé, la tendance à cuirasser et à refroidir énergiquement l'ouvrage, tout en diminuant l'épaisseur de la maçonnerie, l'emploi très général des monte-charges inclinés; pour les fours, il signale la disposition habituelle des récupérateurs aux extrémités du four et non au-dessous, l'emploi exclusif du gaz naturel comme combustible dans la région de Pittsburg, la grandeur des soles et l'importance de la production quotidienne des fours, les dispositifs d'ancrage des parois, etc.

Résultats d'exploitation de quelques usines électrométallurgiques. — M. NEUMANN analyse, dans le *Stahl und Eisen*, du 1^{er} mai, les conclusions du rapport d'une mission technique envoyée en Europe par le Gouvernement canadien pour étudier les usines électrométallurgiques.

Cette mission a visité les usines de Gysinge (Suède), Korfors, La Praz (France), Turin et Livet. Elle a constaté que nulle part on ne fabrique industriellement la fonte, mais seulement des aciers et des alliages divers, ferrosilicium et autres. La première usine emploie des fours Kjellin et fabrique de l'acier de bonne qualité; en somme, c'est de l'acier au creuset fabriqué électriquement. A Korfors et à La Praz, on utilise les fours Héroult; à Turin (fonderie royale de canons) les procédés Stassano, qui semblent d'ailleurs presque abandonnés, et enfin à Livet les procédés Keller, qui ont semblé à la Commission les mieux appropriés à la fabrication de la fonte.

On trouvera dans l'article de M. Neumann des indications assez complètes sur les résultats d'exploitation plus ou moins prolongée de ces divers fours et sur les frais d'une opération, ainsi que des analyses de produits fabriqués.

L'impression finale de ce rapport est que les procédés électrométallurgiques de fabrication du fer ne sont jusqu'ici éprouvés que pour des productions restreintes et qu'au surplus ils ne présentent d'avantages économiques que là où le coke est très coûteux

et le courant très bon marché. Le haut fourneau et le four électrique seraient à peu près équivalents dans le cas où le cheval-an électrique coûterait 50 francs et la tonne de coke 35 francs.

MINES

Dragages de graviers aurifères. — Le dragage des sables et graviers aurifères, en Californie, s'exécute, dans certains districts où le sol est fortement imprégné d'eau, non seulement dans les rivières mais dans des étangs artificiels. Une drague flotte sur cet étang, drague d'un côté et rejette les graviers de l'autre, après l'extraction de l'or, de sorte que l'étang se déplace avec elle dans la région aurifère.

Dans le district d'Oroville, 2400 hectares sont ainsi exploités actuellement, par vingt-neuf dragues donnant 0 fr. 65 à 2 fr. 65 d'or au mètre cube. Le prix de revient est de 0 fr. 35 environ pour les dragues extrayant 52 000 mètres cubes par mois, 0 fr. 42 environ pour celles qui extrayent 30 000 mètres cubes par mois.

On est arrivé peu à peu à reconnaître l'utilité d'exclure, pour ce travail, tout autre type de drague que celui de la chaîne à godets, mue par la vapeur ou électriquement; la drague électrique, plus économique, est actionnée par le courant d'une station voisine.

L'*Engineering News*, du 27 avril, donne quelques renseignements généraux ou particuliers à plusieurs de ces dragues et au sujet des dispositions les plus avantageuses de leurs différents éléments.

Les godets sont en acier; leur partie coupante en acier au manganèse. Ils sont ordinairement très rapprochés, ont une capacité de 0^m 085 à 0^m 210, et se déplacent de 15 mètres par minute dans les cas normaux.

Les appareils de séparation diffèrent suivant la nature des graviers.

Une drague qui peut extraire 78 000 mètres cubes par mois est actionnée par un moteur de 125 chevaux pour la chaîne à godets, un de 50 pour les pompes, trois de 20 et un de 7,5 pour les autres manipulations.

Les tables à or ont une surface de 75 mètres carrés environ; les cribles ont 2^m 15 et 2^m 35 de largeur et 4^m 90 de longueur.

Les pulvérisations d'eau dans les mines de houille. — Le bulletin d'avril du *North of England Institute of Mining and Mechanical Engineers* publie une conférence faite par M. J. ASHWORTH sur la valeur de l'humidification de l'air, dans les houillères, en vue d'abattre la poussière, cause d'un plus grand nombre d'explosions que le grisou, cependant beaucoup plus redouté.

L'auteur recherche quel doit être l'état hygrométrique de l'air pour que le tirage des mines avec une poudre donnée soit sans danger, et les moyens d'obtenir cette humidité par pulvérisation d'eau; de même, entre quelles limites doivent être comprises les proportions de poussière de charbon et d'air pour que le mélange soit explosif.

Il termine en montrant que les avantages très discutés de la pulvérisation sont accompagnés d'inconvénients indubitables: l'incertitude d'éviter toute explosion d'une façon absolue, par conséquent une sécurité trompeuse, l'oppression et le malaise que produit une atmosphère trop humide, surtout quand la température est déjà un peu élevée, la diminution de la capacité de travail des mineurs qui en est la conséquence, la plus facile propagation de l'anémie des mineurs (1) car l'humidité facilite le développement et la conservation de la larve du ver ankylostome, cause de la maladie.

Séparation magnétique de la blende et de la marcassite. — Les fondeurs de zinc des États-Unis exigent pour les *concentrates* de zinc une pureté assez grande: moins de 3 % de fer, et de 1 % de plomb.

Ces résultats peuvent être assez facilement obtenus par simple enrichissement mécanique quand la blende renferme très peu de monosulfure de fer, FeS , avec lequel elle est isomorphe et quand le bisulfure, FeS_2 , ou marcassite, n'est pas intimement mélangé avec elle. Il n'en est plus de même dans le cas contraire, beaucoup plus fréquent, ce qui oblige à délaissier des quantités considérables de minerais cependant très riches en zinc.

A la suite d'essais industriels qu'ils ont entrepris en vue de rechercher leur utilisation, MM. H. O.

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XLVI, n° 19, p. 367.

HOFMAN et H. L. NORTON montrent, dans le numéro 2 de mars du *Bi-Monthly Bulletin of the American Institute of Mining Engineers*, que cette séparation peut être obtenue assez facilement. Les opérations consistent en un broyage, un grillage pendant cinq à dix minutes à une température ne dépassant pas 600 degrés, et une séparation magnétique au moyen de deux aimants à doubles pôles de forces différentes agissant successivement.

Règlement anglais sur l'emploi de l'électricité dans les mines de houille. — Le British Home Office vient de publier la nouvelle réglementation sur l'emploi de l'électricité dans les mines de houille, après entente entre le Gouvernement et la Mining Association of Great Britain. La teneur de ces règlements est donnée par l'*Engineering and Mining*, du 23 mars.

Les règlements sont précédés d'une série de définitions, puis sont exposés sous les titres de chapitres suivants : dispositions générales, stations centrales et chambres de machines, câbles, commutateurs, plombs fusibles et disjoncteurs, moteurs, locomotives électriques, éclairage électrique, tirage des mines, appareils de communication (téléphone et télégraphe), rallumage électrique des lampes de sûreté.

Les minerais de tantale. — L'apparition de la lampe à filament de tantale (1) a attiré l'attention sur les gisements de ce métal. M. DAVID T. DAY en indique, dans l'*Electrical World*, du 1^{er} avril, les principaux minerais, leur teneur en tantale, et la position de leurs gisements.

Ces minerais sont :

La *hatchettolite* (tantalonibate d'uranium) ;
La *microtite* (pyrotantalate de calcium) ;
La *fergusonite* (métaniobate et tantalate d'yttrium) ;
La *columbite* (niobate et tantalate de fer et de manganèse) ;

La *tapiolite* (tantalate et niobate de fer) ;

La *samarokite* ;

La *hielmite* (stanno-tantalate d'yttrium, de fer, de manganèse et de calcium) ;

La *polymignite* (niobate et titanate des métaux du groupe du cérium) ;

La *polyerose* (niobate et titanate d'yttrium, erbium, etc.).

L'importance des gisements déjà connus permet de compter sur un approvisionnement suffisant pour satisfaire à la construction des lampes.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

L'emploi de l'énergie électrique dans les installations frigorifiques. — Dans l'*Electrical World*, du 1^{er} avril, M. J. C. CHAMBERLAIN fait ressortir l'intérêt que présente, pour les stations centrales, la clientèle d'installations frigorifiques. Elle représente, en effet, une charge d'été et une charge de jour, à peu près continue, et ayant, en tout cas, ses maxima au moment de faible débit des usines. Cette charge diminue lorsque la demande de lumière augmente, et elle peut toujours être interrompue pendant la pointe de la courbe journalière.

Pour assurer un service satisfaisant, l'automatisme est nécessaire. L'auteur décrit un système dans lequel le moteur est démarré ou arrêté automatiquement suivant que la température s'élève ou s'abaisse ; le débit d'ammoniaque est réglé automatiquement suivant la pression dans le serpent de détente ; le débit d'eau de circulation du condenseur et du compresseur est réglé automatiquement d'après la température ou la pression du condenseur ; enfin, le moteur est arrêté en cas de pression excessive dans le condenseur.

L'auteur cite un essai de 600 heures, pendant lequel la machine s'est arrêtée environ 1500 fois, et où la température a été maintenue à 1 degré près.

Avec le courant à 0 fr. 25 le kilowatt-heure, on peut déjà obtenir une économie sur le prix de la réfrigération par la glace, avec les avantages de commodité et de propreté.

Viscosimètre industriel. — Dans le numéro d'avril du *Bulletin de l'Association des chimistes de sucrerie et de distillerie*, M. A. DÉMICHEL donne la théorie et le mode d'emploi d'un nouveau viscosimètre qu'il a imaginé et qui est basé sur la mesure de la vitesse que prend l'écoulement d'un liquide par des tubes capillaires ; la méthode est celle

de Poiseuille. La constance de la vitesse, dans cet appareil, est obtenue presque immédiatement ; de ce que le mouvement est uniforme, on conclut que la force qui produit la chute est égale à la résistance opposée par le liquide.

La théorie, donnée comme imparfaite par l'auteur lui-même, justifie cependant l'emploi de cet instrument qui a été construit surtout pour l'usage des chimistes de sucrerie chargés de déterminer la viscosité des sirops, et en vue de donner rapidement des résultats comparables et précis pour des liquides de compositions analogues.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

Effets de la dilatation dans les viaducs et barrages en maçonnerie. — On sait que la dilatation des maçonneries n'est pas négligeable, et donne souvent lieu à des fissures peu apparentes, comme l'ont mis d'abord en évidence les recherches de M. Bouniceau, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

De nouvelles observations sur ce sujet font l'objet d'un mémoire de M. BOUFFET, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, dans les *Annales des Ponts et Chaussées* (1^{er} trimestre de 1905). Ces observations ont été faites sur des viaducs de la ligne de Quillan à Rivesaltes (Aude) ; on a relevé à plusieurs reprises, au moyen d'instruments précis, les dimensions des fissures qui ne semblaient pouvoir être attribuées qu'à la dilatation. Ces relevés, joints à ceux des températures, ont fait ressortir, par leur concordance, la justesse de cette hypothèse ; on a même pu en conclure que, comme l'avait trouvé M. Bouniceau par des expériences de laboratoire, le coefficient de la dilatation du granit atteint 8×10^{-6} .

M. Bouffet note les caractéristiques des fissures de dilatation, qui permettent de les distinguer de celles dues à des tassements, et, signalant les effets fâcheux de ces fissures dans les viaducs à tympans évidés par voûtes transversales, indique un moyen d'y remédier.

Il termine en étudiant les conséquences, plus importantes encore, que peuvent avoir ces fissures dans un mur de barrage-réservoir, et en attirant l'attention sur l'utilité, à ce point de vue, de construire des barrages centrés en plan, et protégés par des remblais qui pourraient empêcher l'eau de s'infiltrer dans les fissures ; le peu d'eau qui aurait traversé le remblai serait recueilli par un drainage.

Oscillations des tours de phares. — M. RIBIÈRE, Ingénieur en chef du Service des Phares et Balises, a institué pour la première fois, dans les principaux phares de France, une série de mesures précises et comparables des oscillations des tours sous l'action du vent, oscillations qui ont une amplitude sensible.

Les résultats qu'ont donnés ces mesures sont réunis dans les *Annales des Ponts et Chaussées* (1^{er} trimestre de 1905). Les appareils employés sont constitués par : une glace fixe et son support à vis calantes ; un curseur, qui se déplace horizontalement au-dessus de cette glace (à la vitesse de 0^m 002 par seconde) sous l'action d'un mouvement d'horlogerie ; une glace mobile, posée sur la glace fixe par l'intermédiaire de billes d'acier.

Le curseur porte un style dont la trace s'inscrit sur le noir de fumée déposé sur la glace mobile.

L'appareil étant placé au sommet du phare, le support se trouve entraîné par les oscillations de la tour, tandis que la glace supérieure reste immobile, en vertu de son inertie (à condition que l'horizontalité du support ne soit pas détruite), de sorte que le style y inscrit les oscillations du support et, par suite, du sommet du phare.

Des diagrammes reproduits par M. Ribière, qui proviennent des phares de la Coubre, de Planier, de l'île Vierge, de Barleur, etc., construits en maçonnerie de diverses natures et qualités, il ressort que les oscillations sont généralement irrégulières et de faible amplitude : 4 millimètres tout au plus, avec des périodes inférieures à une seconde.

La comparaison de ces diagrammes permet, en outre, de constater d'une façon plus précise l'infériorité relative de certaines tours, par exemple celles de la Canche et de Calais.

Mesure de la résistance des pièces métalliques soumises à un très grand nombre d'efforts alternatifs. — On sait que les barres de fer ou d'acier forgé, soumises à des efforts variant d'une façon périodique, finissent par se rompre pour des efforts bien inférieurs à ceux qui correspondent au coefficient de rupture statique. Le fait se produit

notamment pour les essieux des voitures de chemins de fer, auquel cas les fractures sont généralement dans un plan perpendiculaire à la direction de l'essieu. Wöhler a donné le nom de fatigue à cette détérioration lente et progressive des qualités du métal, bien que les fragments, essayés après rupture par les méthodes ordinaires, ne montrent aucune diminution dans la résistance et la ductilité.

De nouvelles expériences sur cette question ont été faites par MM. A. INOKOUTI et F. TANAKA en vue de déterminer les coefficients de sécurité qu'il convient d'appliquer aux pièces soumises à de semblables efforts. Elles sont rapportées dans le numéro de janvier 1905 du *Journal de l'École d'Ingénieurs de l'Université Impériale de Tokio*, qui est publié, en anglais, par les soins de cette université.

La méthode consiste à prendre la pièce en essai par une de ses extrémités dans une mâchoire qui lui donne un mouvement de rotation continu et plus ou moins rapide. A l'autre extrémité est suspendu un poids d'intensité variable. Dans ces conditions, les fibres sont alternativement et régulièrement tendues et comprimées ; on détermine comment varie la flèche en fonction du temps pour des valeurs déterminées du poids et de la vitesse de rotation ainsi que l'instant de la rupture et la grandeur de l'effort correspondant.

Détermination de la limite d'élasticité dans les métaux. — M. C. BACH, après avoir rappelé les définitions de la limite supérieure et de la limite inférieure d'élasticité dans un métal, rend compte, dans la *Zeits. des Ver. deutsch. Ing.*, du 15 avril, d'une série d'essais de traction sur des éprouvettes rondes, rectangulaires, ou à section en double T, qui montrent la corrélation entre la limite d'élasticité et la forme de la section de l'éprouvette. Les diagrammes à grande échelle et les chiffres des mesures sont reproduits entièrement et permettent d'étudier ce point spécial.

SCIENCES

Lentilles bifocales. — La myopie ou l'hypermétropie peut se rencontrer, dans un même œil, avec l'astigmatisme, d'où l'utilité des lunettes à lentilles bifocales, formées d'une lentille cylindrique accolée à une lentille sphérique, l'une ou l'autre partie étant utilisée suivant la position des yeux. D'autres cas nécessitent des lentilles sphériques à double foyer.

Ces combinaisons de lentilles bifocales, qui remontent à 1777 (Franklin), ont reçu diverses formes. Primitivement, on a employé deux demi-lentilles accolées par un diamètre. Schnaitman (1836), Secrétan (1865), Morck (1888), Borsch (1897 et 1898) ont imaginé diverses autres dispositions, dans lesquelles la ligne de jonction des deux systèmes reste plus ou moins visible.

Dans le *Journal of the Franklin Institute*, d'avril, M. J. L. BORSCH décrit un mode de construction par lequel il rend complètement invisible cette jonction ; on fait une cavité dans un verre ordinaire d'indice 1,53 et on y place un morceau de verre d'indice plus élevé. L'ensemble est placé dans une moufle électrique, et chauffé jusqu'à obtenir la soudure. On travaille ensuite la lentille comme à l'ordinaire, la différence des foyers étant obtenue par la différence des indices, le rayon de courbure restant uniforme.

Les laboratoires scientifiques dans l'Amérique du Nord. — Après avoir visité un grand nombre de laboratoires scientifiques de l'Amérique du Nord, M. GRAMBERG publie, dans la *Zeits. des Ver. deutsch. Ing.*, du 22 avril, les remarques générales qu'il a faites dans ce voyage, en passant successivement en revue les laboratoires universitaires et industriels les plus importants.

Il cite, dans la première catégorie, ceux de : l'Institut technologique de Boston ; l'Université Cornell, à Ithaca (N.-Y.) ; l'Université Purdue, à Lafayette (Indiana) ; le collège Mc Gill, à Montréal ; l'Université Columbia, à New-York ; l'Université de Philadelphie et celle de Bethlehem (Pennsylvanie) ; l'Institut technologique de Troy (N.-Y.) ; enfin, le laboratoire Carnegie, à l'Institut Stevens, d'Hoboken (New-Jersey), de création récente et remarquablement aménagé.

Dans certains de ces laboratoires, on poursuit des essais de longue durée qui constituent un travail fastidieux, mais utile par suite des résultats que l'on obtient ainsi à force de répéter les mesures, et qui sont ensuite publiés. Il est évident que des recherches prolongées de ce genre ne peuvent guère

(1) Voir le *Génie Civil*, t. LXVI, n° 45, p. 244.

être entreprises que dans un laboratoire scientifique, où les machines et les étudiants sont constamment disponibles.

Ailleurs, on envisage plutôt l'intérêt de l'étudiant, qui est de passer en revue toutes les branches de la science sans s'attarder à mesurer indéfiniment des températures et des pressions; les expériences ne sont pas poussées à fond, on se borne la plupart du temps à en montrer le principe. Mais on multiplie le nombre des machines, dont la puissance est alors réduite, de façon que chacun puisse y travailler et s'instruire en quelque sorte individuellement.

M. Gramberg cite encore, comme laboratoires industriels, ceux de la Westinghouse Co, de Pittsburg et d'Holyoke, qui s'occupent particulièrement des essais de matériaux. Ce dernier est spécialisé dans les essais de turbines hydrauliques; il dispose d'une chute de 18 mètres partagée en plusieurs degrés. Le laboratoire d'hydraulique de l'Université Cornell, remarquablement installé, dispose aussi d'une chute de 20 mètres, et d'un canal de jaugeage.

En terminant, l'auteur décrit sommairement les dispositions habituellement employées aux États-Unis pour les essais au frein et à l'indicateur, pour les mesures calorimétriques, les essais de matériaux, la vérification des injecteurs, le rendement des courroies, etc.

TRAVAUX PUBLICS

Murs de quais construits à Nice et à Cannes.

— La construction de nouveaux murs de quai exécutés simultanément (de 1893 à 1902) dans les ports de Nice et de Cannes, par deux procédés différents, mais par le même entrepreneur et dans des conditions tout à fait analogues, permet, entre ces procédés, de faire une comparaison utile dont les éléments sont réunis dans une étude de M. BOURGOGNON (*Annales des Ponts et Chaussées*, 1^{er} trimestre de 1905).

Le mur de Cannes est en blocs artificiels, et repose sur un lit d'enrochements; celui de Nice (quai des céréales) repose sur un massif de béton appuyé sur des pieux. Toutefois, un autre mur, au quai des charbons, est fondé directement sur le rocher. Tous ces murs ont 6 mètres de tirant d'eau à leur pied.

A Nice, les travaux à l'air comprimé ont été exécutés au moyen d'un caisson-cloche suspendu à une charpente que portent deux chalandes.

Pour le quai aux charbons, des dérochements importants ont dû être préalablement effectués avec ce même caisson, dans des conditions onéreuses.

Au quai des céréales, on a battu dans la vase des pieux de 10 mètres, espacés de 25 centimètres, et dont la tête, recépée à la cote — 7 mètres, est noyée dans un massif de béton de 1^m 50 de hauteur.

Les murs proprement dits ont été construits par massifs de 11 mètres de longueur, sur 3^m 50 de hauteur pour le premier et 1^m 50 pour les deux supérieurs. Les intervalles de 0^m 60 qui les séparent ont été remplis, soit de maçonnerie, soit de béton de chaux hydraulique, soit même laissés vides et aveuglés par les enrochements qui forment remblai derrière le mur.

Le mètre cube de maçonnerie à l'air comprimé a été payé 27 francs.

A Cannes, les blocs artificiels, mis en place par les procédés habituels, ont été disposés en quatre assises où les joints ne sont découpés qu'entre la deuxième et la troisième; ce système permet les tassements locaux tout en conservant entre les blocs une certaine solidarité. De même qu'à Nice, un important talus d'enrochements placé derrière le mur vient atténuer la poussée des terres. Le mètre cube de blocs artificiels a été payé 18 fr. 75, y compris la chaux hydraulique (4 francs environ).

L'auteur en conclut que, dans les circonstances où l'on se trouvait de part et d'autre, à stabilité égale les deux genres de murs coûtent le même prix. Si les matériaux sont plus chers, l'air comprimé devient la solution la plus économique, sans compter les avantages de moindre encombrement et de surveillance plus facile qu'il présente.

Construction de voûtes biaises en maçonnerie de moellons, avec emploi de joints secs. — Pour le passage, au-dessus de la ligne du P.-L.-M. (de Marseille à Nice), de la nouvelle route, dite Corniche de l'Esterel, qui relie Fréjus (Var) à Cannes (Alpes-Maritimes), il a été nécessaire de construire, en 1902, deux ponts biaises de 13 mètres d'ouverture à section droite en arc de cercle, dont M. THÉREL, Ingénieur

des Ponts et Chaussées, décrit les dispositions dans les *Annales des Ponts et Chaussées* (1^{er} trimestre de 1905).

En raison du jeu nécessaire entre toutes les pièces du cintre et le gabarit des trains, ce cintre a été construit avec un retroussement considérable, qui lui donnait une grande élasticité, et pouvait amener des ruptures de joints dans la douelle, au droit des montants du cintre. On y a obvié en ménageant, à ces endroits spéciaux de la voûte, des joints secs qui ont été, après achèvement et mise en équilibre de tout l'ouvrage, remplis de mortier de ciment.

M. Thérel signale également d'autres détails de construction relatifs à l'exécution des rouleaux successifs, à la liaison entre les bandeaux et la douelle, au moyen de feuillets noyés dans le ciment des joints, à la manœuvre des boîtes à sable pour le décentrement, etc.

Les dépenses, pour chacun de ces ponts, qui sont peu différents l'un de l'autre, se sont élevées respectivement à 759 francs et 914 francs par mètre courant d'ouverture, à 113 francs et 137 francs par mètre carré de surface couverte.

Réparation du pont Maximilien, à Munich.

— Le *Génie Civil* a précédemment signalé (1) l'accident survenu au pont Maximilien, construit en maçonnerie avec des rotules qui, établies avec un profil mal choisi, ont subi au mois de juin dernier un glissement provoquant la chute des arcs et des portions de tympans déjà construites sur une hauteur de 40 centimètres environ.

Le relèvement de ces voûtes, d'une portée de 45 mètres, a nécessité un échafaudage et une batterie de vérins dont M. Monsch donne la description dans la *Schweiz. Bauzeit.*, du 13 mai.

Une fois le cintre en bois construit et calé sur l'intrados au moyen des vérins, on a pu remplacer les douelles et les parties de maçonneries avariées; en même temps, on a enlevé un certain nombre de douelles, de distance en distance, depuis les reins jusqu'à la clef, de façon à diviser la voûte en tronçons indépendants, pour la facilité du relèvement.

Les leviers de tous les vérins d'une même file étaient couplés ensemble et tirés par un treuil, de sorte que les mouvements étaient égaux d'un bout à l'autre du cintre.

Il y avait douze files de vérins réparties sur la largeur de la voûte. Des index donnaient, à chaque instant, en un grand nombre de points, le déplacement de la maçonnerie, et l'on vérifiait ainsi la régularité du relèvement. L'élasticité des bois permit de donner à chaque partie du cintre la position définitive qui convenait, en agissant un peu plus sur certains vérins; les parties enlevées de la voûte furent alors reconstruites avec soin.

Toute trace de l'accident a donc actuellement disparu.

L'état d'avancement du tunnel du Simplon.

— Le tableau suivant résume, d'après le compte rendu des travaux du Simplon, arrêté à la date du 31 mars dernier, que publie la *Schweiz. Bauzeit.*, du 20 mai, les données les plus importantes permettant d'apprécier les progrès réalisés depuis la rencontre des deux galeries d'avancement (2).

Longueur totale du tunnel (mesurée suivant la galerie de base n° 1)	mètres.	49 729
Galerie de suite	—	18 973
Galerie n° 2	—	49 398
Abatage en grand	—	18 899
Cube des déblais	mètres cubes.	947 522
Revêtement : longueur	mètres.	48 773
— cube	mètres cubes.	218 643

L'avancement des travaux de maçonnerie se décompose ainsi : du côté nord (Brigue), 10 119 mètres de piédroits et voûte; 1 150 mètres de radier; du côté sud (Iselle), 8 675 mètres de piédroits; 8 640 mètres de voûte et 1 700 mètres de radier.

L'effectif des ouvriers, de janvier à mars, était en moyenne de 1 700 dans le tunnel et 625 au jour.

La température de la roche n'a pas dépassé 38 degrés du côté nord, à 9 572 mètres de l'entrée, et 34 degrés du côté sud, à 9 000 mètres de l'entrée.

Le ventilateur du côté nord envoyait l'air dans la galerie n° 2; la galerie principale le recevait par une traverse située au kilomètre 10,104. La température, de 1 degré au ventilateur, atteignait 28 de-

grés en ce point. Dans la deuxième quinzaine de mars, le trajet de l'air a été inversé. Le rafraichissement était obtenu par de nombreux appareils à pulvérisation d'eau.

Du côté sud, deux ventilateurs couplés ensemble soufflaient aussi dans la galerie n° 2, et la traverse du kilomètre 9,150 amenait l'air à la galerie n° 1; sa température était de 27 degrés. Une installation fut aménagée, à la fin de mars, pour amener en ce point les eaux des sources froides rencontrées au kilomètre 4,400, et les employer à rafraichir l'air; leur température passait de 12 degrés à 17^o 5 dans ce trajet.

L'influence de la courbure en plan des barrages en maçonnerie. — Le *Zentralbl. der Bauverw.*, du 26 avril, publie un article où M. MATTERN, Inspecteur des travaux hydrauliques à Berlin, résume une série d'études parues dans les comptes rendus de la Société des Ingénieurs américains au sujet de l'intérêt que présente la courbure en plan des barrages-réservoirs. Il en extrait quelques exemples de barrages américains ainsi construits, et en reproduit des vues et des coupes verticales.

L'un des plus curieux est celui de Six Mile Creek, qui barre une étroite gorge de 30 mètres de largeur, à parois verticales, pour l'alimentation en eau de la ville d'Ithaca (New-York). Il est construit en béton avec des parements en briques solidarisés avec la masse de l'ouvrage par des tirants et des treillis en fer.

La coupe transversale par le milieu, dont le *Génie Civil* a précédemment donné le schéma (1), est très particulière et présente un déversoir supérieur en porte à faux.

Emploi d'arbres flottants pour la régularisation d'un cours d'eau. — M. WEBER, Ingénieur à Pettau (Styrie) décrit dans l'*Oesterr. Wochens.*, du 29 avril, un travail de régularisation de la Drave, affluent de la rive droite du Danube, poursuivi au moyen d'arbres flottants.

Pour provoquer la modification du lit de la rivière, à l'endroit en question, situé sur le territoire de la commune de Lank, on a immergé des blocs de béton à chacun desquels était attachée la base d'un sapin coupé sur le rivage voisin. On avait d'abord fixé solidement les troncs aux blocs, mais on a reconnu ensuite qu'il valait mieux les relier par une chaîne et un étrier de façon à laisser jouer le tronc suivant la direction du courant.

L'auteur indique comment on mettait en place ces arbres, pourvus de leurs branchages, au moyen de bateaux et de harpons, et reproduit plusieurs profils en travers qui font ressortir les changements de profondeur du lit obtenus ainsi. On a immergé, l'année dernière, quarante arbres qui ont coûté, mis en place, 50 francs chacun.

Travaux de consolidation d'un pont sur la Salzach (Autriche). — La ligne de Salzbourg à Freilassing, qui fait suite à celle de Vienne à Salzbourg, franchit la Salzach sur un pont métallique à cinq travées, de 28^m 80 d'ouverture, construit sur pilotis en 1860. Les défauts et l'insuffisance des dimensions de sa charpente ont amené, en 1903, à le renforcer, pour y établir le service sur deux voies. Les piles ont été entaillées suivant l'axe longitudinal du pont, pour recevoir deux poutres à membrures parallèles, juxtaposées, et supportant par leur membrure supérieure la partie médiane des poutrelles.

Des contrefiches reliant, de part et d'autre, les membrures inférieures des nouvelles poutres à celles des anciennes poutres principales, entretiennent l'ensemble de l'ouvrage ainsi transformé.

D'autre part, la solidité des piles a été accrue, en raison des affouillements qui devenaient de plus en plus profonds dans les passes, et qui menaçaient de disloquer les fondations au-dessus de la tête des pieux. On a battu de nouveaux pieux autour des anciens massifs, et régularisé les enrochements qui les protègent.

Le détail de ces travaux, avec l'indication des prix de revient de chacun d'eux, se trouve dans une note de M. KARL STOECKL, publiée par l'*Oesterr. Wochens.*, du 20 mai.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 17, p. 284.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 23, p. 424.

(3) Le *Génie Civil* a publié, au moment de cette rencontre, un plan d'ensemble montrant la position des différents chantiers et la situation relative des galeries d'avancement t. XLVI, n° 20, p. 324.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — Mines : Les machines d'extraction électriques (*planche V*) (*suite et fin*), p. 73; H. SCHMERBER. — Industries textiles : Colorants teignant directement le coton, p. 78; Maurice PRUD'HOMME. — Travaux publics : Le pont sur le Zambèze, p. 80. — Chemins de fer : Essais de trains à marche rapide, en Allemagne, avec des locomotives à vapeur, p. 82. — Variétés : Emploi de la conductibilité électrique dans la surveillance des eaux de sources, p. 84; — Nouveau type d'embrayage pour auto-

mobiles, p. 84; Carlo BOURLET; — Nouvelles applications du carborundum, p. 85; — Tendeur à galets multiples pour transmissions par câbles, p. 85.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Société des Ingénieurs civils (19 mai 1905), p. 86; — Académie des Sciences (22 mai 1905), p. 86.

BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 87; — Ouvrages récemment parus, p. 88.

Planche V : Machine d'extraction électrique du siège II de Preussen, des mines de Harpen.

MINES

LES MACHINES D'EXTRACTION ÉLECTRIQUES

(*Planche V. — Suite et fin*.)

VII. MACHINE D'EXTRACTION DES MINES DE LÜBTHEEN. — Cette machine a été construite par la Société Schuckert pour la Société Franz, à Lübtheen. Bien qu'elle ne fonctionne pas actuellement, elle mérite une mention spéciale par diverses particularités et par son mode de

poulie n'est que de 2^m50, en vue d'éviter une trop faible vitesse de rotation des induits et, pour obtenir l'adhérence suffisante, le câble plat, après l'avoir contournée, passe sur deux autres poulies de même diamètre, placées en contre-bas. Ces deux poulies de guidage (fig. 2) sont uniquement entraînées par l'adhérence.

La figure 4 donne le schéma de la commande de la machine, au moyen d'un groupe survolteur. La tension à obtenir aux bornes des moteurs d'extraction M est réglée par la variation du champ d'une dynamo A, placée dans le circuit et couplée avec une autre dynamo B, ces deux machines ayant même tension que celle du réseau. A l'arrêt,

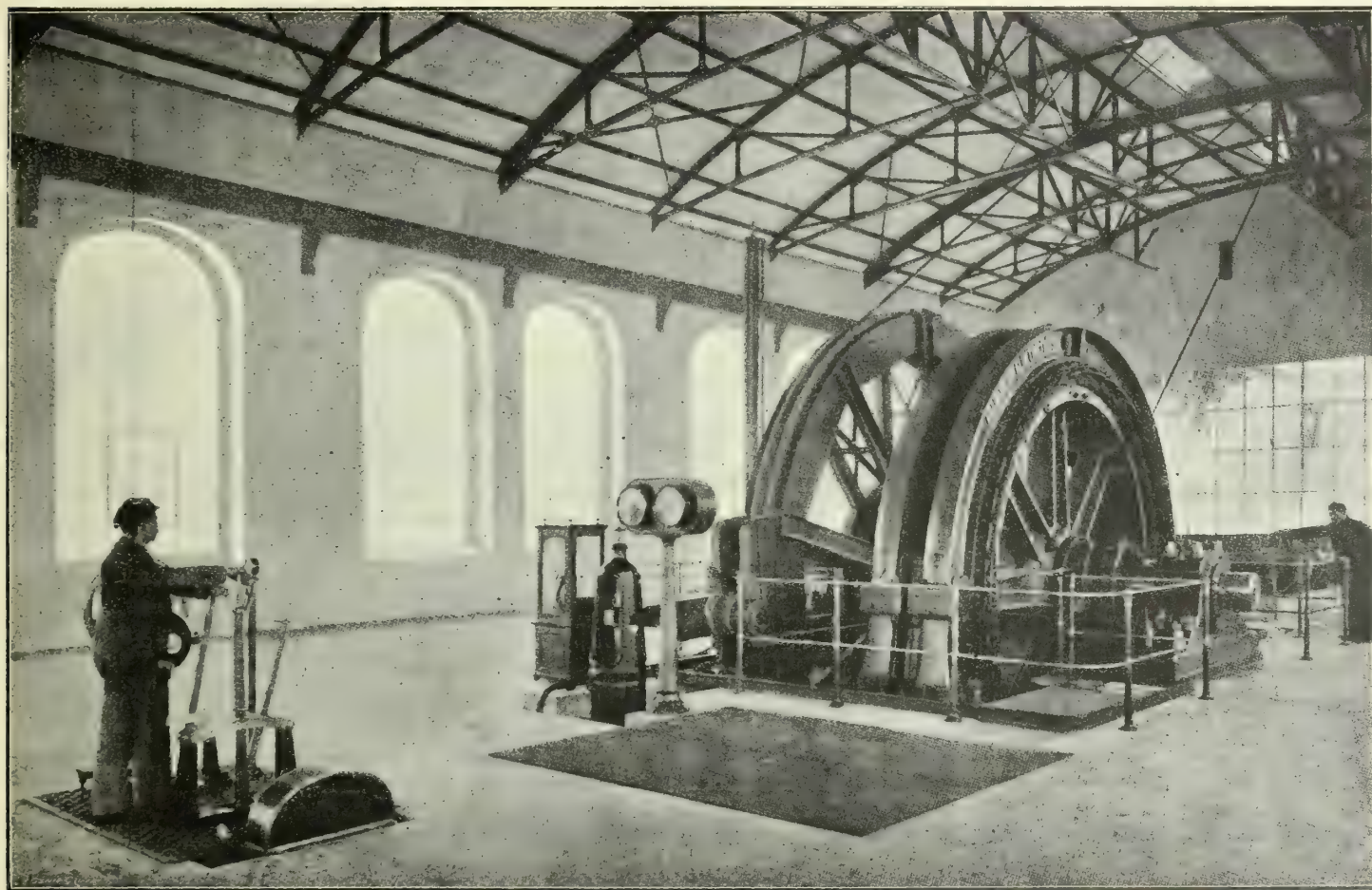


FIG. 1. — MACHINE D'EXTRACTION ÉLECTRIQUE DU SIÈGE II DE PREUSSEN, DES MINES DE HARPEN (WESTPHALIE).

commande, tout différent de ceux que nous venons de décrire. Ses données principales sont :

Poids utile par cordée : deux bennes de 700 kilogr. chacune;
Profondeur du puits : 400 mètres;
Vitesse : 15 mètres à la seconde, correspondant à une extraction de 600 tonnes en huit heures.

Les figures 2 et 3 montrent l'installation de la machine. Les deux moteurs, à courant continu, de 200 chevaux chacun, tournent à 115 tours par minute; ils sont calés sur l'arbre de la poulie de commande qui est, ici encore, une poulie Koepe. Toutefois, le diamètre de cette

A est en opposition avec le réseau : la tension aux bornes des moteurs M se trouve alors nulle. En agissant sur le rhéostat R, on fait diminuer l'excitation de A et, par suite, sa tension, de sorte que la tension des moteurs croît naturellement. Une fois la tension de A complètement annulée, on change sa polarité, et on rétablit l'excitation, de sorte que sa tension s'ajoutant maintenant à celle des moteurs, on finit par obtenir celle qui correspond à la vitesse maximum des moteurs, double de celle du réseau.

Le mécanicien commence donc par mettre le groupe survolteur en marche une fois pour toutes, puis il manœuvre la machine d'extraction à l'aide du levier du rhéostat d'excitation de la dynamo A. Un cran d'arrêt empêche toute manœuvre tant que le frein n'a pas été

(4) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 4, p. 49.

desserré. Ce système permet un réglage très complet, un démarrage suffisamment rapide, et un arrêt facile car, en diminuant la tension à l'aide du groupe survolteur, on produit un freinage électrique parfait.

Si l'on économise ainsi une batterie d'accumulateurs, il faut toutefois remarquer qu'en cas d'avarie on est pris au dépourvu; on ne peut pas non plus, lors de la descente des remblais, récupérer l'énergie rendue disponible.

La machine est complétée par un appareil de sûreté de Schlüter qui, en indiquant sur un cadran la position exacte des cages, avertit le mécanicien de l'arrivée à la recette, et fait fonctionner automatiquement l'interrupteur de courant et le frein.

VIII. MACHINE DES CHARBONNAGES DE HARPEN (PUITS I DU SIÈGE II DE PREUSSEN). — Cette machine (fig. 1, du texte, et fig. 1 à 3, pl. V),

ouverts, l'extrémité inférieure des électrodes baigne tout juste. Si, au contraire, les clapets viennent à être fermés, le liquide monte alors jusqu'à un niveau qu'il ne peut dépasser, la solution étant rejetée par un trop-plein dans un réservoir inférieur où elle se refroidit avant d'être reprise par la pompe. Au niveau maximum, l'immersion des tôles est complète, la résistance réduite au minimum, et le moteur d'extraction marche à pleine vitesse.

Le commutateur (fig. 3, pl. V) permet l'intervention de deux phases pour les changements de marche.

La mise en marche se fait par un levier de commande qui ferme le circuit dans un sens ou dans l'autre. Une coulisse agit sur les clapets du rhéostat et chaque ouverture des clapets correspond à une vitesse de la machine. Le débit de la pompe étant constant et réglé, le mécanicien est mis dans l'impossibilité de causer par une fausse manœuvre des avaries au moteur.

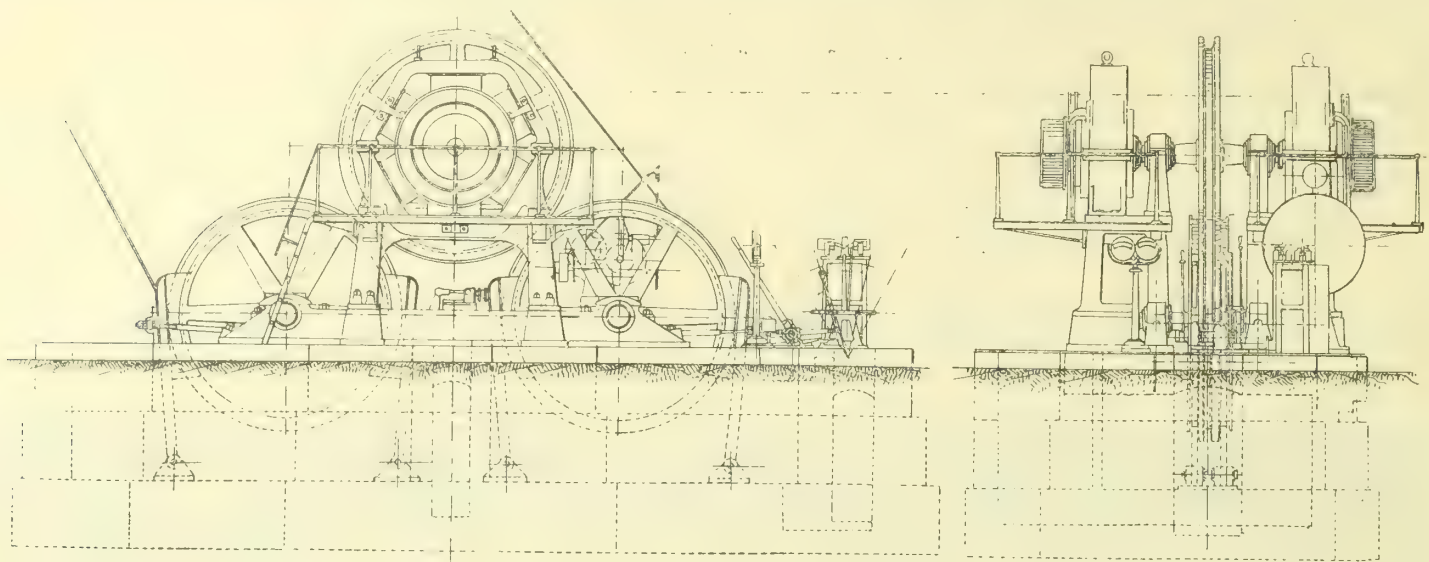


FIG. 2 et 3. — Élévations de la machine d'extraction des mines de Lübben.

construite par l'Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft, diffère totalement des précédentes par l'emploi du courant triphasé à 2 000 volts et 50 périodes, fourni par une station centrale qui comprend trois alternateurs de 550 kilowatts, desservant, outre le moteur d'extraction, tous les services accessoires de la mine. La charge utile est ici de 2 200 kilogr., la profondeur du puits 700 mètres, et la vitesse maximum prévue 16 mètres par seconde (5 mètres pour la translation du personnel).

Le stator du moteur reçoit le courant à haute tension par l'inter-

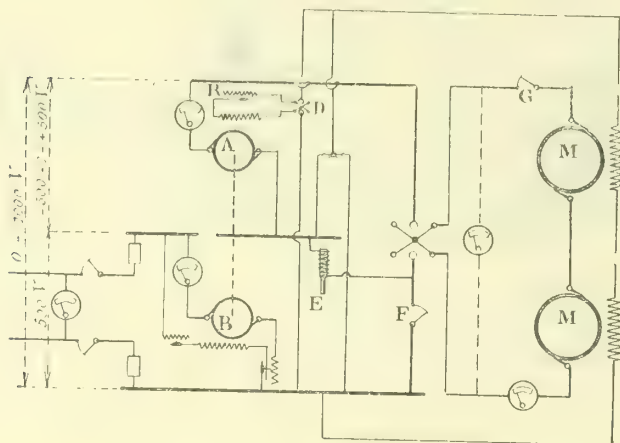


FIG. 4. — Schéma de la machine d'extraction électrique de Lübben avec groupe survolteur, système Schuckert.

A, B, dynamos auxiliaires accouplées mécaniquement; — D, inverseur d'excitation de la dynamo A; — E, électro-aimant de freinage; — F, disjoncteur; — G, interrupteur de sûreté; — M, moteurs d'extraction; — R, rhéostat d'excitation de A.

médiaire d'un commutateur, et les trois phases du rotor sont reliées à une résistance par des bagues et des balais (fig. 3, pl. V). La charge restant la même, le nombre de tours est en raison inverse des résistances intercalées dans le circuit du rotor. Le rhéostat employé ici est constitué par trois électrodes isolées, plongeant dans un réservoir où se trouve une solution de soude, mise en circulation par une petite pompe centrifuge. Le réservoir est muni, à sa partie inférieure, de clapets par lesquels s'écoule la solution et tant que ces clapets sont

En cas d'interruption du courant, un électro dégage un poids qui fait fonctionner l'interrupteur de secours, coupe le circuit et engage simultanément le frein de sûreté. Celui-ci, en marche normale, est commandé par une pédale. Enfin, un appareil de sûreté empêche toute vitesse supérieure au maximum prévu.

Le rotor du moteur est calé sur l'arbre de la poulie, qui a 6 mètres de diamètre. Ici encore, on a employé le système Koepe, mais avec câble rond de 45 millimètres de diamètre, pesant 6^{kg} 7 par mètre. Comme le montre la figure 1 (pl. V), les organes de commande sont très simples; les appareils accessoires, interrupteurs, rhéostat, etc., sont situés au-dessous du poste du mécanicien.

Le système à courant triphasé présente un réel intérêt à cause de sa grande simplicité; toutefois il convient d'attendre les résultats d'une longue pratique. Il est certain qu'ici la perte d'énergie par le rhéostat est notable. Aucun régulateur, ni batterie-tampon, ni convertisseur, ni volant d'équilibre n'existant, il en résulte que lors des démarrages, la consommation est considérable et risque d'avoir une influence sur la tension même du réseau; il est enfin évident qu'il faut avoir à la station centrale des alternateurs correspondant au maximum d'effort demandé.

IX. INSTALLATION DU PUIT N° 2 DES MINES DE LIGNY-LEZ-AIRE (PAS-DE-CALAIS). — L'installation des mines de Ligny-lez-Aire, construite pour la partie électrique par la Société Lahmeyer, a attiré l'attention de tous les Ingénieurs l'été dernier à l'Exposition du Nord de la France, à Arras (1), par sa machine d'extraction située sur le chevalement même du puits à 21 mètres de hauteur, comme le montrent les figures 5 et 6. Les données de cette machine sont les suivantes :

Extraction : 2 200 kilogr. de poids utile par cordée, soit, pour quarante-huit cordées à l'heure, 105 tonnes de charbon ;

Profondeur prévue : 400 mètres.

On a économisé ainsi le bâtiment des machines avec ses fondations coûteuses, et le chevalement n'est pas beaucoup plus lourd (120 tonnes) qu'un chevalement ordinaire.

Il comprend quatre poutres maîtresses inclinées dans deux plans, munies à leurs bases de sabots en fonte et réunies à leurs parties supérieures par le poutrage du plancher principal de la machine. La base du chevalement forme un carré de 9 mètres de côté, dont le centre se trouve à environ 25 centimètres de l'axe du puits. Les sabots sont ancrés dans une forte maçonnerie de fondation. Les quatre piliers sont constitués par des caissons en treillis à différentes hauteurs, et

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 43, p. 247.

sont entretoisés par des poutres horizontales et des croisillons. Le tout forme une charpente d'une très grande rigidité.

La machine est du système Koepe. Son arbre, qui porte la poulie de commande, se trouve à 21^m50 au-dessus de la première recette, elle-même installée au niveau du sol. La salle de la machine a 6^m70 sur 8^m60 : un encorbellement de 2^m60 sur 3 mètres forme le poste du mécanicien qui a sous la main tous les leviers des appareils.

A 4^m20 en contrebas de ce premier plancher se trouve (fig. 9) un deuxième plancher qui reçoit la poulie de renvoi et le régulateur de vitesse avec sa résistance. La poulie de commande P, de même que celle de renvoi, a 4 mètres de diamètre : le câble rond de 35 millimètres est en acier. La poulie porte deux rainures, l'une au centre pour le service courant, l'autre sur le côté pour le montage du câble. La distance entre les axes des deux cages est de 1^m40 ; elle est obtenue par l'emploi de la poulie de renvoi Q, qui a, en outre, l'avantage d'augmenter considérablement l'adhérence.

Le courant continu à 500 volts est fourni par une station centrale dont le moteur développe 300 chevaux ; les deux moteurs M de la machine d'extraction donnent ensemble une puissance totale de 500 chevaux et sont calés sur l'arbre en porte à faux de chaque côté des deux

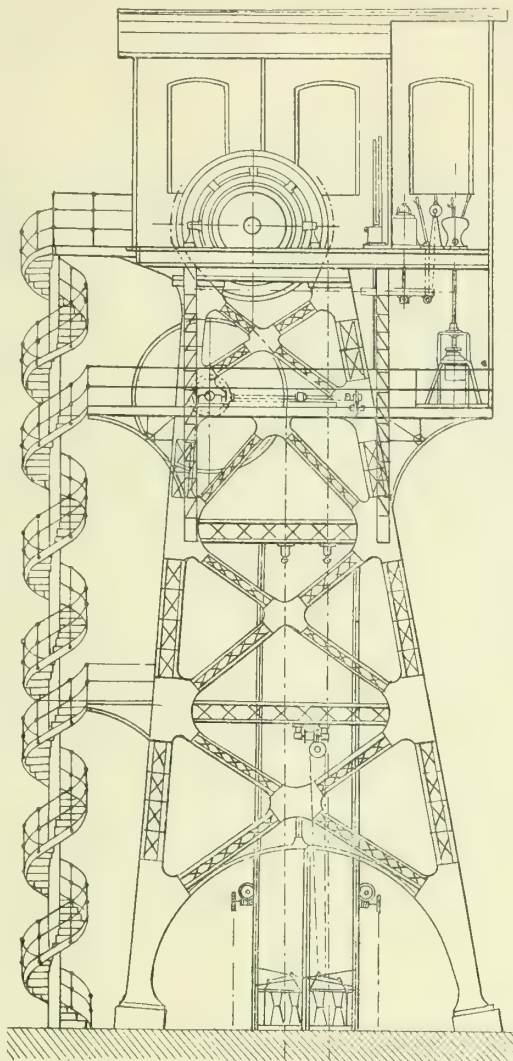


Fig. 5 et 6. — Élévation et vue de côté du chevalement de Ligny-lez-Aire.

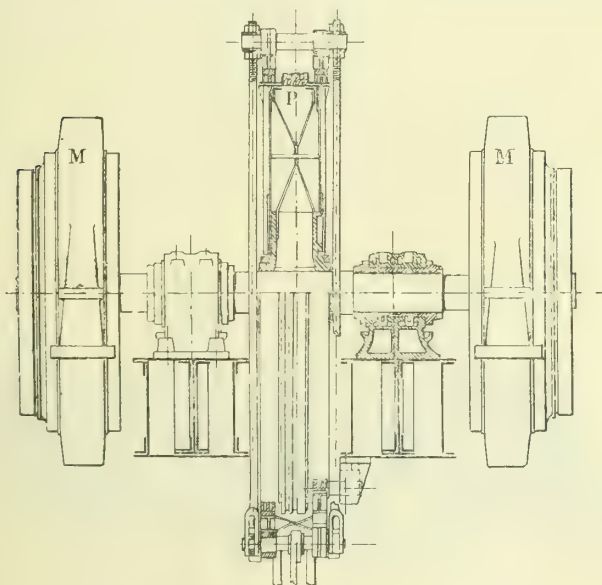


Fig. 7. — Moteurs d'extraction et poulie principale de la machine de Ligny-lez-Aire.

paliers de la poulie motrice (fig. 7). Le nombre de tours est de trente-huit par minute pour l'extraction (correspondant à une vitesse du câble de 8 mètres par seconde) et moitié moindre pour la translation

des ouvriers ; enfin on a prévu la vitesse de 0^m25 pour la visite du câble.

Au démarrage, les moteurs consomment environ 540 chevaux ; du-

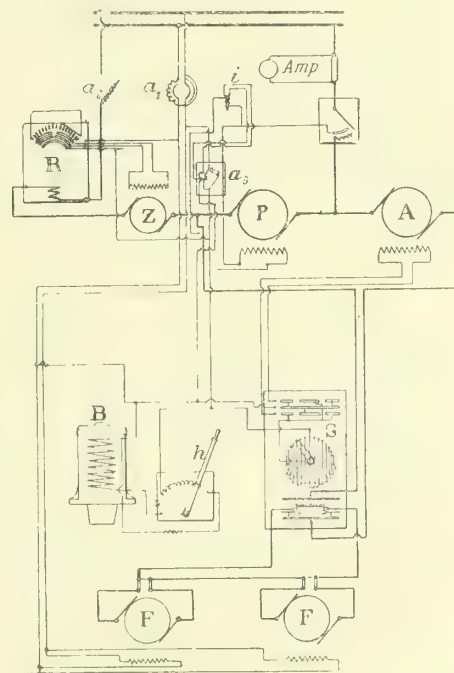
rant la cordée, la puissance moyenne est de 300 chevaux, puis elle tombe à 0 pendant les arrêts. On compense ces écarts au moyen d'un groupe-tampon qui permet à la génératrice de produire seulement 300 chevaux d'une façon continue.

Le groupe-tampon comprend d'abord une dynamo de démarrage A (fig. 8 et 10) dont la tension est la même que celle du réseau, mais en sens opposé, ce qui fait que les moteurs F, au début, ont une tension nulle. En diminuant la tension de la dynamo A, on met la machine d'extraction en marche, puis on ramène le voltage de A à zéro, on change le sens de l'excitation et sa tension vient s'ajouter à celle des moteurs F, qui marchent alors à une tension supérieure à celle du réseau.

La dynamo de démarrage est commandée par un moteur P, dit tampon, monté sur le même arbre et muni d'un survolteur Z. Cet

arbre porte aussi un volant. Le moteur du groupe-tampon donne 400 ampères à la tension moyenne de 500 volts ; la dynamo A, 400 ampères avec un voltage variant de 0 à 640 volts ; enfin le survolteur donne 400 ampères sous un voltage de 0 à 115 volts.

Fig. 8.
Schéma
des connexions
de la commande.



- A, machine de démarrage ;
- B, frein magnétique ;
- F, moteurs d'extraction ;
- P, moteur-tampon ;
- R, régulateur automatique ;
- S, contrôleur ;
- Z, survolteur ;
- a_1, a_2, a_3 , disjoncteurs ;
- h , levier du frein ;
- i , relais.

Le volant d'équilibre a 2^m80 de diamètre et pèse 6^t5 ; quand il tourne à 500 tours, sa vitesse périphérique atteint 73 mètres à la seconde. Ce volant est destiné à compenser les variations de l'énergie demandée

au moteur; il doit donc régulariser le courant et le maintenir au chiffre normal correspondant à une puissance constante de 275 à 300 chevaux. Si la machine, au démarrage, a besoin de plus de 300 chevaux, c'est au volant à les fournir; de même, à l'arrêt, le volant doit accumuler l'énergie non utilisée par le moteur. En étudiant le schéma détaillé des connexions (fig. 8) on voit que si le voltage du survolteur Z s'ajoute à celui du réseau, la tension aux bornes du moteur-tampon P augmentera et celui-ci tournera plus vite; si, au contraire, on retranche le voltage du survolteur de celui du réseau, P ralentira. Avec un régulateur dans le circuit du survolteur, on pourra donc avoir toute une gamme de vitesses descendant jusqu'à 30 % de la vitesse normale. Quand la vitesse du groupe s'abaisse, le volant se décharge; quand elle augmente, le volant se charge et emmagasine de l'énergie.

Le groupe-tampon est représenté en élévation dans la figure 10 et en perspective dans la figure 11.

Le régulateur automatique R (fig. 8) est commandé par un électro-aimant, placé sur le circuit principal, qui commande un secteur, équilibré par un ressort. La tension vient-elle à augmenter, l'électro-aimant vaincra la résistance du ressort et le secteur sera mis en mouvement dans un sens; le courant vient-il à diminuer, le fait inverse se produira. Mais le mouvement même du secteur aura intercalé ou supprimé des résistances dans le circuit du survolteur, ce qui fera varier la tension et par suite le nombre de tours de la dynamo de démarrage A.

Ce régulateur est placé (fig. 9) sur le plancher inférieur et commandé par des engrenages; il comprend aussi les organes d'inversion du sens de marche.

Pour la mise en marche on commence donc par mettre en action le groupe-tampon, puis, le frein étant desserré (car son levier est enclenché avec celui de mise en marche), le machiniste peut mettre son

et si le mécanicien faisait défaut, les appareils de secours arrêteraient d'eux-mêmes la cage à son arrivée au jour.

On voit que dans cette installation les deux systèmes, des survolteurs et du groupe-tampon à volant compensateur, ont été mis à contribution.

X. INSTALLATION DES MINES DU GRAND-HORNU (BELGIQUE). — Parmi les

installations électriques toutes récentes, celle des charbonnages du Grand-Hornu, construite par l'Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft, est remarquable par sa puissance. Une station centrale de 5 000 kilowatts y fournit l'énergie nécessaire à trois moteurs d'extraction, sans compter la commande de nombreux appareils secondaires.

Le courant triphasé est produit par deux alternateurs, dont l'un, de 3 000 kilowatts, est commandé par deux machines compound tandem. Son inducteur en quatre pièces, pesant 100 tonnes, se compose d'un volant en fonte sur la jante duquel est calée la couronne qui porte trente-deux épanouissements polaires. Les trente-deux bobines portent ensemble 10 tonnes de cuivre. La marche à vide de cette énorme machine nécessite déjà 200 chevaux.

L'induit extérieur fixe a un alésage de

7^m 30 et une largeur de 60 centimètres; il porte le bobinage à haute tension dans 384 encoches ouvertes; l'entrefer a 14 millimètres. Sa carcasse est aussi en quatre pièces et pèse 56 400 kilogr. Grâce à cette force vive très considérable de l'inducteur, le démarrage simultané des trois machines d'extraction pourra se produire sans perturbation dans le réseau.

La station centrale comprend un deuxième groupe, de réserve, donnant 2 000 kilowatts. Ici l'inducteur-volant pèse 75 000 kilogr. tout monté, et l'induit extérieur 38 500 kilogr. En cas d'accident, on peut faire marcher le groupe de secours, et, le cas échéant, le premier

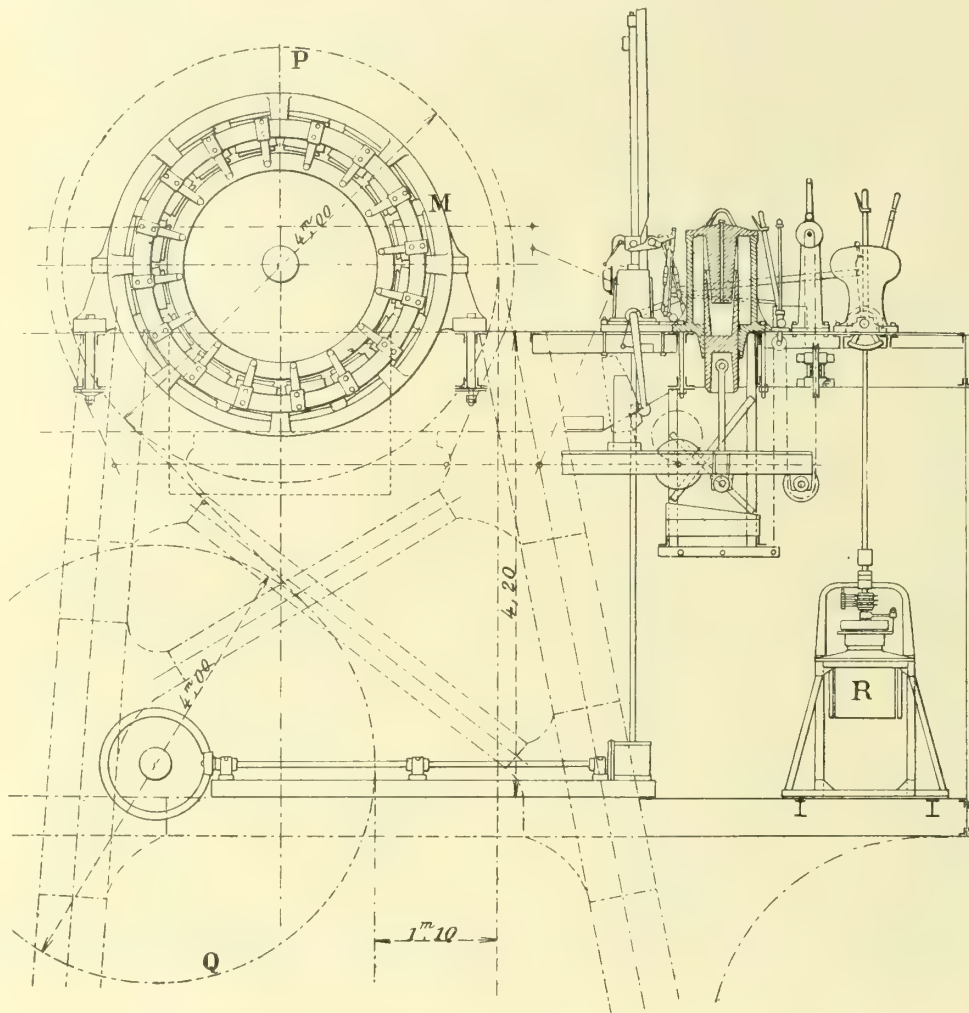


FIG. 9. — Disposition des poulies et de la commande de la machine de Ligny-lez-Aire.

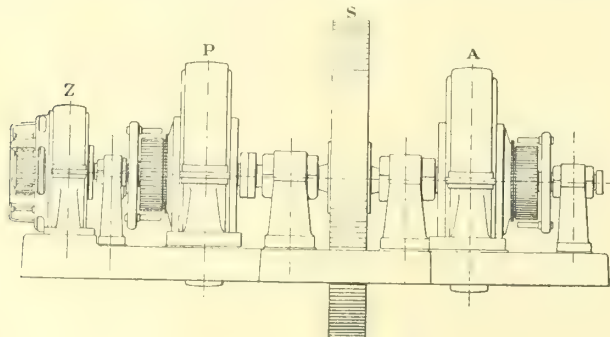


FIG. 10. — Groupe-tampon de la machine d'extraction de Ligny-lez-Aire.

levier de commande en mouvement. Réciproquement, lorsqu'il agit sur le levier de frein, le levier de commande est immédiatement ramené au zéro.

La machine de Ligny-lez-Aire est encore munie de tous les appareils de sûreté : indicateur de niveau, appareils de ralentissement, etc.,

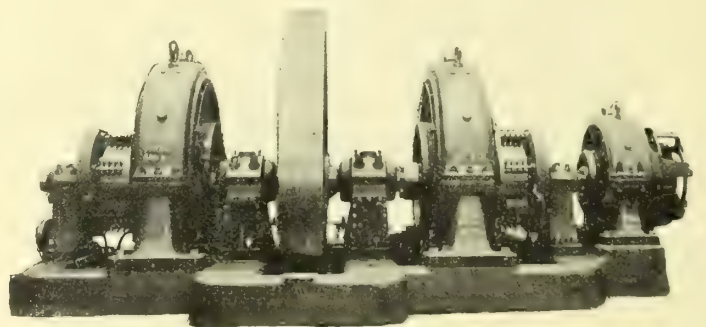


FIG. 11. — Vue d'ensemble du groupe-tampon de la machine de Ligny-lez-Aire.

groupe à demi-charge, en mettant la machine à vapeur avariée hors service par un découplage de bielle.

Les prévisions comportent deux machines d'extraction semblables aux puits n° 7 et 12, et une plus petite au puits n° 9 des charbonnages du Grand-Hornu.

Les données de la machine du puits n° 7, la première installée (fig. 12), sont :

Profondeur du puits : 1 000 mètres;
Charge utile : 2 600 kilogr. (en six berlines);
Poids des berlines : 1 260 kilogrammes;
Poids de la cage : 2 000 kilogrammes.

Le câble plat en aloès, à section décroissante, pèse en moyenne 19 kilogr. au mètre couran'. Le diamètre des bobines à nu est de

moteur triphasé de 3 chevaux, et un serpentin réfrigérant sert à refroidir la solution de soude.

Les leviers des vannes et du démarreur-commutateur sont combinés de telle façon qu'un seul levier, actionné en avant ou en arrière, suffit pour la mise en marche.

Les machines d'extraction électriques sont encore de date trop récente pour que l'on puisse *a priori* se faire une idée absolument exacte du système le plus simple et le plus économique, mais celles

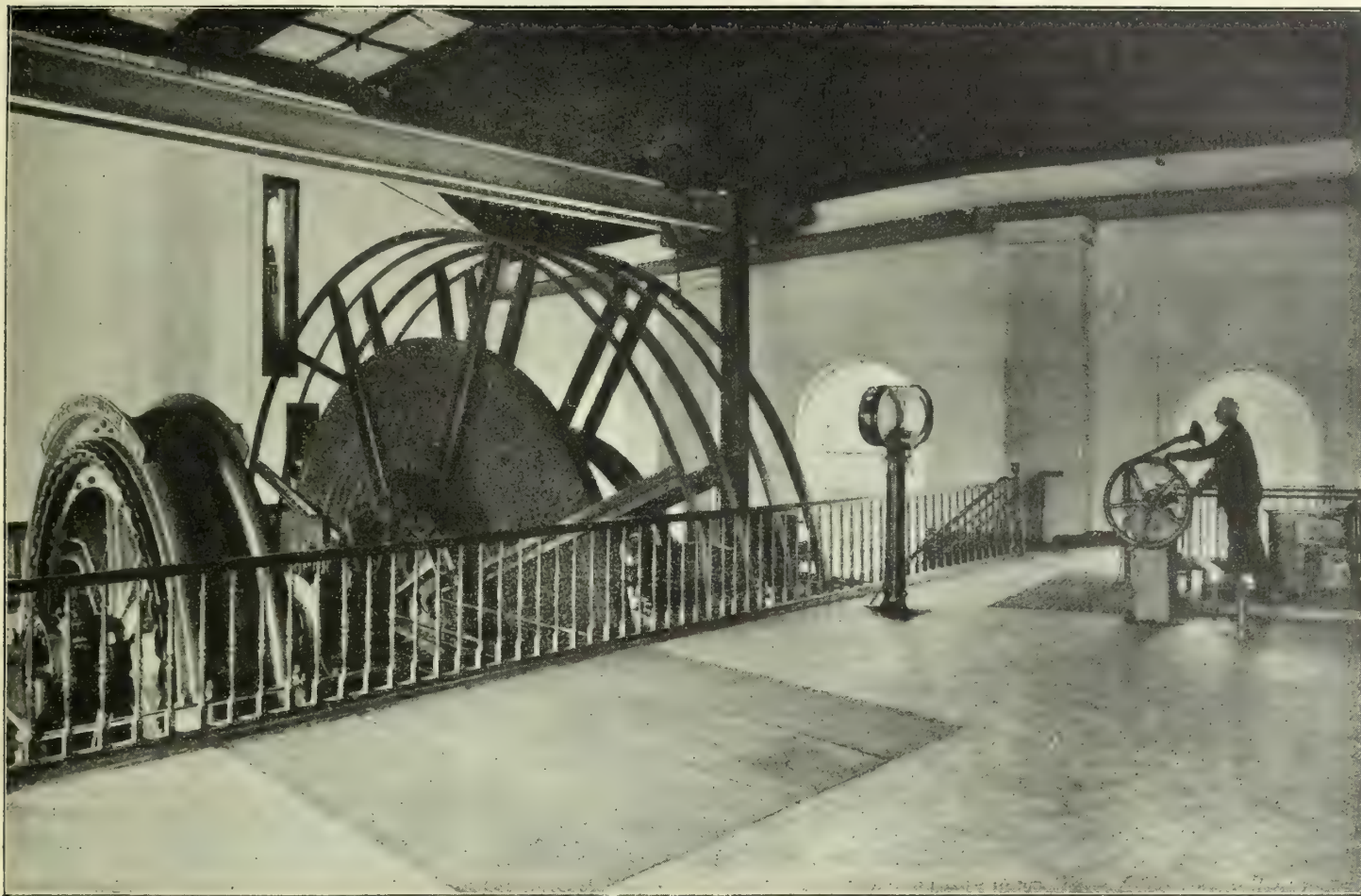


FIG. 12. — MACHINE D'EXTRACTION ÉLECTRIQUE DES CHARBONNAGES DU GRAND-HORNU (BELGIQUE).

1^m 40. Le nombre de tours par ascension est de soixante-quatre, et, comme on veut avoir 25 cordées à l'heure, l'ascension doit absorber 144 secondes; en déduisant 38 secondes pour les manœuvres, il reste 106 secondes pour la cordée. On a reconnu que le diagramme des vitesses pouvait s'établir ainsi : période de démarrage et grande accélération de 15 secondes, avec vitesses allant de 0 à 7^m 4; période d'ac-

actuellement en service ont déjà largement prouvé que comparative-ment aux machines à vapeur, elles présentent une économie de consommation considérable, surtout dans les grandes installations.

Chaque système spécial a, d'ailleurs, ses particularités. Avec le courant continu, les accumulateurs permettent la récupération des forces perdues; les groupes survolteurs, ou le système Ilgner, ou ces divers systèmes combinés, présentent de grands avantages au point de vue de la simplicité et de la régularité de marche. Avec le courant triphasé, on a des installations souvent plus simples, par suite moins coûteuses, mais des pertes sensibles d'énergie dans les rhéostats.

Quoi qu'il en soit, partout on reconnaît aujourd'hui le grand intérêt de la commande électrique. Le nombre de plus en plus important de machines d'extraction en service ou en cours d'installation le prouve largement; outre toutes celles que nous venons de décrire, nous citerons encore :

La double machine du puits d'extraction Alexandre, à Planitz, près de Zwickau (Saxe), (2 000 kilogr. de charge utile par cordée); celles des puits III et IV des charbonnages Mathias Stinnes, à Carnap, près Essen, devant extraire chacune 4 800 kilogr. à 500 mètres de profondeur; des charbonnages de Mährisch-Ostrau (Moravie), avec charge utile de 1 600 kilogr., à 525 mètres; du puits Konkordia, à Zabrze (Silésie) avec charge de 1 250 kilogr; celles des charbonnages de Wendel, à Hamm en Westphalie, devant extraire 5 200 kilogr.; des charbonnages d'Espérance et Bonne-Fortune (Belgique); enfin celle de la fosse n° 10 des mines de Lens (Nord), extrayant 800 kilogr. seulement, mais intéressante parce que l'alternateur triphasé est couplé avec un moteur à gaz pauvre dont le gazogène utilise les déchets de charbon de la mine.

On peut donc dire qu'à l'heure actuelle, les machines d'extraction électriques sont réellement entrées dans la période d'application courante et que, grâce aux perfectionnements apportés par l'expérience, elles se multiplieront rapidement.

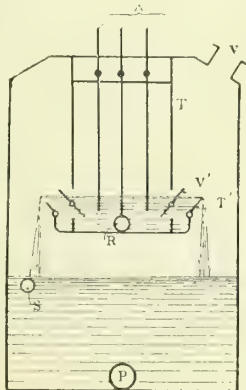
H. SCHMERBER,

Ingenieur des Arts et Manufactures.

FIG. 13.

Démarreur à rhéostat liquide.

A, connexions au rotor;
P, aspiration de la pompe;
R, refoulement de la pompe;
S, serpentin réfrigérant;
T, trop-plein;
T', déversoir;
V, vanne de réglage.



célération normale de 7^m 4 à 15 mètres, pendant 77 secondes; et période de ralentissement, de 14 secondes.

Ces conditions ont conduit à faire tourner le moteur à 42 tours par minute. La machine d'extraction (fig. 12) est construite sur le même principe que celle de Preussen II, des charbonnages de Harpen, que nous avons décrite plus haut. Le stator a ici 3^m 70 d'alésage, et pèse 16 tonnes; le poids du rotor est de 13 tonnes.

Le démarreur à rhéostat liquide (fig. 13), servant au démarrage et au réglage de la vitesse, est analogue à celui de la machine de Preussen. Le récipient a 3 mètres cubes, les électrodes en tôle de fer sont posées sur porcelaine, la pompe centrifuge est actionnée par un petit

INDUSTRIES TEXTILES

COLORANTS TEIGNANT DIRECTEMENT LE COTON

La fibre du coton ne semble pas, en général, posséder d'affinité marquée pour les matières colorantes : cette propriété négative constitue même un des caractères distinctifs des fibres végétales vis-à-vis des fibres animales.

Pour se teindre, le coton demande ordinairement à être *mordancé* au préalable, c'est-à-dire de recevoir à l'état insoluble une préparation particulière, capable de se combiner, sous forme de laque, à la matière colorante. Les mordants sont, soit le tanin, fixé à l'état de sel d'antimoine, de zinc, de fer, etc., soit des oxydes métalliques, tels que ceux d'alumine, de fer, de chrome, etc., qui sont précipités dans la fibre par une action alcaline (vapeurs d'ammoniaque, carbonate alcalin en solution, etc.), ou par dissociation d'un sel, comme l'acétate, sous l'influence de la chaleur et de l'humidité, ou bien de la vapeur d'eau.

Les mordants métalliques servent à la fixation des colorants naturels, campêche, graines de Perse, quercitron, lima, etc., et, en général, des matières colorantes oxygénées, comme l'alizarine, le bleu d'alizarine, etc. Le mordant au tanin se teint avec les colorants dits basiques, fuchsine, violet cristallisé, vert malachite, bleu méthylène, safranine, etc. Les mordants ne sont donc que des intermédiaires colorables, et la fibre du coton ne joue, par rapport à la laque colorée, que le rôle de support.

On connaît pourtant depuis assez longtemps des matières colorantes capables de teindre directement le coton.

En 1873, MM. E. Croissant et L. Bretonnière, de Laval, annonçaient avoir obtenu des corps solubles dans l'eau, teignant le coton sans mordants en gris teintés de brun, très solides à la lumière et au savon, en chauffant vers 200—300 degrés, avec du soufre et une lessive de soude caustique, certains corps organiques de peu de valeur, comme le son et la sciure de bois. Ces corps, appelés par leurs inventeurs *sulfures organiques* ou *cachous de Laval*, se présentent sous la forme d'une masse noire, poreuse, friable, hygrométrique, soluble dans l'eau en brun verdâtre et précipitable par les acides. Ils furent fabriqués par la Société anonyme des produits chimiques et matières colorantes de Saint-Denis (ancienne usine Poirrier).

Plus récemment, on a constaté que certaines indulines et rhodamines sont capables de teindre le coton directement : mais ce sont là des cas isolés, ne se rattachant pas à une règle générale.

Pourtant, depuis une vingtaine d'années, le domaine des matières colorantes teignant directement le coton s'est notablement élargi, et à l'heure actuelle, on peut compter quatre classes de colorants distincts, possédant cette curieuse et importante propriété :

- 1° Les colorants azoxyques;
- 2° Les colorants bisazoïques;
- 3° Les colorants soufrés;
- 4° Les colorants thiazoliques ou thiobenzéniques.

I. Colorants azoxyques. — On ne connaît que quelques représentants de cette classe, et un seul d'entre eux, le jaune soleil, possède une formule bien établie. Ils sont caractérisés par la présence dans leur

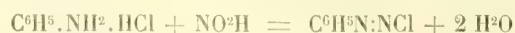
molécule d'un groupe $\begin{matrix} N \\ | \\ N > O \end{matrix}$

Ils s'obtiennent en chauffant des dérivés nitrés aromatiques avec un alcali seul, ou en présence d'agents oxydables. La teinture se fait vers la température d'ébullition, sur bain neutre, additionné de sel marin. Les colorants azoxyques donnent des nuances allant du jaune au brun foncé, assez solides à la lumière et au chlore. Les principales marques sont l'orangé Chicago, les jaunes, orangé et brun Mikado. Découverts à partir de 1887, ces colorants ont dû céder la place aux colorants bisazoïques, qui survinrent peu de temps après.

II. Colorants bisazoïques. — Ces colorants, dont le type est le rouge Congo (1888), ont été désignés sous les noms de *substantifs*, *directs*, *immédiats*, pour rappeler leur propriété de teindre le coton sans intermédiaires, ou de *colorants diamines*, de *benzidine*, pour spécifier leur origine et leur mode de préparation au moyen des diamines.

Ce sont des colorants azoïques, mais doublement azoïques, d'où la dénomination de *bisazoïques*, qui leur est aussi attribuée.

On sait que les colorants azoïques en général se préparent en traitant un sel d'une amine aromatique (aniline, naphtylamines, etc.), par la quantité théorique de nitrite de soude, additionnée d'un acide, l'acide chlorhydrique par exemple. Le groupement NH^2 de l'amine se transforme en $N = NCl$. Dans le cas de l'aniline, l'équation correspondante sera :



Le diazoïque ainsi formé se combine facilement à une molécule d'une amine ou d'un phénol, pour donner les colorants azoïques.

Avec une diamine, comme la benzidine par exemple,



les deux groupes NH^2 subissent la transformation indiquée, et le dérivé tétrazoïque formé se combine à deux molécules d'amine ou de phénol, pour donner un colorant bisazoïque, qui généralement teint directement le coton. Nous disons *généralement*, car il existe certaines conditions, auxquelles doit satisfaire la structure moléculaire de la diamine, pour que les colorants, qui en proviennent, possèdent la propriété substantive. Pour les dérivés du diphenyle par exemple, les deux groupes azoïques semblent toujours devoir être en position *para* par rapport à la liaison des deux noyaux benzéniques. Quant aux positions *ortho* elles doivent être libres, c'est-à-dire non substituées.

Il est à remarquer du reste, que dans cette série de colorants, ceux qui tirent mal sur coton sont excellents pour laine, et inversement : la propriété de bien teindre la fibre végétale et la fibre animale semblent s'exclure mutuellement. Néanmoins, beaucoup de colorants substantifs teignent bien à la fois les fibres végétales et animales.

La teinture du coton avec ces colorants est des plus simples. Elle se fait généralement sur bain alcalin, de savon, de carbonate, de borate, de phosphate ou de silicate de soude. On emploie le plus souvent le carbonate ou le phosphate de soude, dans la proportion de 5 à 10 % du poids de la fibre, avec 1 à 4 % de colorant. Le coton, simplement débouilli, est introduit dans le bain tiède; on monte à l'ébullition et y reste environ une demi-heure. La nuance peut être avivée, soit en ajoutant de l'huile pour rouge (sulfuricinate) au bain de teinture, soit en passant le coton après teinture dans un bain de ce corps gras. Les bains de teinture ne sont jamais épuisés : il faut donc les conserver pour de nouvelles mises, qui ne demandent plus qu'une quantité d'ingrédients inférieure à celle du bain de départ.

Certains colorants directs, ceux qui sont sensibles aux alcalis, comme le jaune brillant, se teignent sur bain neutre, additionné de sels, tels que le sulfate de soude, le sel marin, etc.

Toutes les nuances sont représentées dans la riche collection des colorants directs, rouges, orangés, jaunes, verts, violets, bruns, gris, noirs, etc. On peut encore amplifier cette gamme de nuances, en utilisant la propriété, dont jouissent les colorants de cette classe, d'agir comme mordants pour les matières colorantes basiques, fuchsine, violet méthyle, bleu méthylène, safranine, etc., c'est-à-dire de se laisser teindre ou remonter par elles.

Malheureusement, la solidité aux divers agents physiques et chimiques des colorants directs sur coton est presque toujours en raison inverse de leur facilité d'application par voie de teinture. La résistance à la lumière est généralement faible : on peut l'accroître par un passage dans une solution de certains sels métalliques, cuivre, fer, zinc, etc. La nuance se trouve modifiée, reste moins vive il est vrai, mais ce défaut est compensé par l'accroissement de solidité à la lumière.

Il existe une autre méthode pour augmenter l'intensité et la solidité des nuances obtenues avec les colorants directs. Elle ne s'applique qu'aux couleurs paramidoazoïques, ayant des groupes NH^2 libres et consiste à les diazoter directement sur la fibre, après teinture, avec une solution de nitrite de soude, additionnée d'acide chlorhydrique, et à combiner le diazoïque ainsi formé avec un *développeur*, c'est-à-dire avec certains phénols (naphtols, résorcine, etc.), ou certaines amines (méthaphénylènediamine, paraaminodiphénylamine, aminonaphtol sulfoné G, etc.). Ce procédé s'applique surtout aux colorants noirs, dont on peut modifier ainsi la nuance et l'intensité.

Un inconvénient grave des colorants directs pour coton est leur extrême sensibilité à l'action des acides. Le rouge Congo, par exemple, devient bleu foncé sous l'influence des acides organiques les plus faibles et celle de la sueur. Certains de ces colorants se dissolvent en partie dans la sueur et donnent des auréoles colorées sur le linge blanc. Depuis quelques années, on constate fréquemment ce défaut dans les doublures noires, laine et coton, employées par les tailleurs. Par l'effet de la transpiration aux aisselles, les chemises se teignent d'une façon fort désagréable en bleu, violet, gris, etc.

Cependant l'emploi des colorants directs est si simple, si facile et si peu coûteux, que, malgré tous leurs défauts, ils tendent à jouer un rôle prépondérant dans les teintures sur pièces et sur écheveaux, pour lesquelles on n'exige pas une résistance bien marquée aux divers agents. Il est juste d'ajouter que certains de ces colorants, trop rares encore, résistent bien à la lumière, aux acides, et même au chlore. Nous citerons la chrysophénine G, le noir diamine BH, le bleu pur diamine A, la sulfone-azurine, la purpuramide, etc. Si ces qualités de solidité deviennent, comme il est probable, dans un avenir prochain, l'apanage de nouveaux colorants de cette classe, il n'est pas téméraire de considérer la teinture avec les colorants diamines comme la teinture de l'avenir.

On a cherché à expliquer l'affinité de colorants directs pour le coton ou plutôt le phénomène même de la teinture, de diverses manières. Les solutions des colorants directs, corps à poids moléculaire élevé, sont des solutions *colloïdales*, c'est-à-dire qu'elles les renferment à l'état d'extrême division. La difficulté avec laquelle ces solutions se

laissent parfois filtrer et la facilité avec laquelle le sel marin les précipite, sont deux manifestations de leur état colloïdal. Soumis à la dialyse, les colorants substantifs ne traversent pas la membrane. La teinture se ferait alors par suite d'une dissolution du colorant très divisé dans l'espace intercellulaire de la fibre, dissolution rendue possible par la faible vitesse de diffusion de ces colorants. Il y aurait donc là un phénomène en corrélation directe avec la structure de la fibre. La dinitrocellulose se comporte comme la cellulose vis-à-vis des colorants directs, mais vient-on à la dissoudre dans l'acétone, sa structure se trouve modifiée, et de fait la dinitrocellulose ainsi transformée ne se comporte plus de même et ne se teint plus.

Enfin, il est à remarquer que les lavages prolongés finissent par enlever complètement les couleurs substantives au coton.

III. Colorants soufrés. — Ces colorants sont produits, comme les cachous de Laval, c'est-à-dire en chauffant une matière organique avec du soufre ou un sulfure alcalin; mais au lieu de s'adresser à des corps non définis comme le son ou la sciure de bois, on a eu recours à des composés chimiques de constitution connue.

Il est même extraordinaire que cette idée ne soit pas venue plus tôt, et que cette application logique d'une réaction connue n'ait pas été tentée antérieurement à l'année 1893, c'est-à-dire exactement vingt ans après la découverte des cachous de Laval.

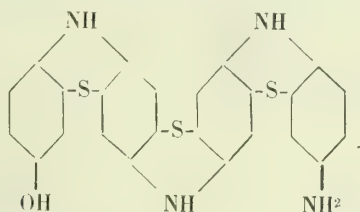
C'est à M. R. Vidal que revient le mérite d'avoir découvert le premier terme de cette série de colorants au soufre. Son brevet n° 84632, déposé au Patentamt le 21 octobre 1893, mentionnait l'obtention d'une matière colorante noire, en chauffant en vase clos les ortho et para-dioxybenzènes (surtout l'hydroquinone), ainsi que la quinone benzénique avec du soufre, en présence d'ammoniaque ou d'une amine de la série grasse, à 180—200 degrés.

Ce brevet fut cédé à la Société anonyme des Matières colorantes et Produits chimiques de Saint-Denis (usines Poirrier et Dalsace). Les études très sérieuses qui furent faites du colorant noir fort intéressant, produit d'après les indications de M. Vidal, montrèrent malheureusement que le prix de revient trop élevé du colorant ne lui permettait aucun avenir industriel. Ces études furent alors poursuivies par l'usine Poirrier, où l'on établit que des matières colorantes sulfurées noires prennent naissance, lorsqu'on chauffe avec du soufre seul ou avec du soufre et des sulfures alcalins, ce qui est préférable, le *p*-aminophénol, la *p*-phénylènediamine et quelques-uns de leurs dérivés. La réaction fut étendue à l'azophénine, à l'indamine et aux corps susceptibles de donner par réduction et scission de leur molécule, soit du *p*-aminophénol, soit une paradiamine (oxy et amido-azoïques).

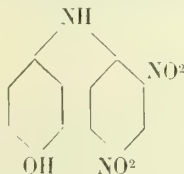
Ce procédé résolvait la question industrielle des noirs sulfurés, en ce sens qu'il permettait de les fabriquer avec un prix de revient pratique, tandis que le noir à l'hydroquinone, historiquement le premier des colorants noirs sulfurés, n'eut jamais qu'un intérêt purement théorique.

Quoique le procédé au *p*-aminophénol eût été élaboré exclusivement par la Société anonyme des Matières colorantes de Saint-Denis, le brevet allemand fut pris néanmoins au nom de cette Société et de R. Vidal, conjointement. Il porte le n° 85 330 et fut déposé au Patentamt le 10 décembre 1893.

La constitution du noir dérivé du *p*-aminophénol est probablement, comme l'a indiqué M. Vidal, celle d'un produit de condensation de noyaux diphénylamine et pourra se représenter par la formule :



Un des noirs au soufre les plus intéressants est le *noir immédiat* de Cassella. Il se fabrique en partant du produit de l'action du (4.3) dinitro (4) chlorobenzène sur le *p*-aminophénol, c'est-à-dire l'oxydinitrodiphénylamine,



qu'on traite à 140—160 degrés par un mélange de soufre et de sulfure de sodium.

Ce mode de production confirmerait les vues théoriques de M. Vidal sur la constitution de ces colorants sulfurés.

Le noir immédiat se présente sous la forme d'une poudre fine, non hygrométrique et très soluble. Le mode de teinture avec ce colorant

est des plus simples. Le coton débouilli est immergé dans le bain de matière colorante, additionné de sulfure de sodium et de sel marin, et porté à l'ébullition. On donne, au début, quatre lisses consécutives au moyen d'un bâton, puis on lisse une fois toutes les dix minutes environ. On sort le coton et on l'exprime rapidement entre les rouleaux presseurs en bois adaptés au bout de la barque, puis on rince immédiatement à fond. On passe alors dans un bain chaud, renfermant 3 % de bichromate de potasse et 3 % d'acide acétique, pendant trente minutes environ, puis on rince. Ce traitement ne fait que modifier la nuance du noir, comme les savonnages du reste. Un passage en sulforicinate empêche absolument le noir de dégorger au frottement. Au bichromate de potasse on ajoute parfois du sulfate de cuivre ou de l'alun de chrome. Les noirs ainsi obtenus supportent le savonnage au bouillon et les blancs en présence restent absolument purs. Ils résistent aux lessives fortes, aux acides et sont insensibles à l'acide sulfureux : le chlore finit par les détruire.

A la même famille que le noir immédiat appartient le *bleu immédiat* dont les nuances ressemblent à celles de l'indigo et résistent mieux que ces dernières à l'action des lessives. On peut combiner ce colorant avec l'indigo, en donnant aux teintes du bleu immédiat soit un piétage, soit un remontage en cuve. Les teintures ainsi obtenues reviennent à environ 50 % meilleur marché que les bleus de même hauteur faits à l'indigo seul, tout en possédant une meilleure solidité au lavage et à la lumière.

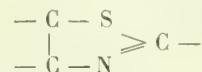
Outre le noir et le bleu, la série des colorants sulfurés renferme des bruns, des cachous, des jaunes, des bronzes, des olives, des verts et des violets : seul le rouge manque encore à la gamme. Toutes les fabriques de matières colorantes ont actuellement leur série de colorants au soufre spéciaux, et la liste serait déjà longue à dresser de ceux qui s'emploient avec succès.

Il se produit quelquefois un affaiblissement de la fibre du coton, qui a été teinté avec les colorants soufrés. Une des causes les plus fréquentes de cet accident réside dans le séchage ou le calandrage, opérés à une température trop élevée. Mais l'altération peut provenir aussi de la transformation en acide sulfurique du soufre très divisé que renferme le colorant, soufre qui se fixe mécaniquement dans les pores de la fibre lors de la teinture.

L'oxydation lente à l'état de sulfate de sulfure de cuivre, qui peut se former, si l'on emploie des sels de cuivre après teinture, est aussi probablement une des causes d'affaiblissement de la fibre et de sa transformation en oxycellulose. Il est donc prudent de n'employer que des colorants ne renfermant pas de soufre libre et de renoncer au passage en sulfate de cuivre, qui risque de donner du sulfure de cuivre, puisque la teinture se fait en présence du sulfure de sodium.

Les colorants soufrés, précipités de leurs solutions par un acide, donnent, après filtration, une pâte qui, malaxée avec du sulfite de soude cristallisé, devient soluble. La combinaison sulfite peut s'employer pour l'impression du coton : on vaporise une heure, puis savonne un quart d'heure à 50 degrés.

IV. Colorants thiazoliques. — Ces colorants appartiennent à la fois à la classe des colorants soufrés et à celle des colorants azoïques, mais leur faculté de teindre directement le coton provient uniquement de la présence du soufre dans la molécule, car ils ne dérivent pas de diamines et ne sont pas des bisazoïques. Les colorants thiazoliques renferment la chaîne



En chauffant à 140—150 degrés une molécule de *p*-toluidine et deux molécules de soufre, on obtient la thiotoluidine normale, renfermant deux groupes NH^2 diazotables. Si l'on élève la température vers 200 degrés et si l'on augmente en même temps la quantité de soufre, il se forme un corps appelé *déhydrothiotoluidine*, ne renfermant plus qu'un seul groupe NH^2 diazotable. Il se produit simultanément, en proportions variables, un autre corps, qui semble provenir de la condensation de plusieurs molécules de *déhydrothiotoluidine*, et ne subit ni fusion, ni décomposition à 400 degrés. C'est la *primuline*, découverte en 1888 par M. Green. Cette base jouit de propriétés très spéciales : elle teint directement le coton en jaune, peut se diazoter et donner avec les amines et les phénols des dérivés azoïques, qui possèdent la même aptitude à teindre le coton non mordancé. La réaction peut se faire sur la fibre teinte en primuline, mais ce mode opératoire ne donnant pas des nuances toujours identiques, on a trouvé préférable de préparer en nature les colorants azoïques dérivés de la base sulfurée. On a enfin constaté que la *déhydrothiotoluidine* donne des nuances plus pures que la primuline et peut lui être substituée avantageusement.

Les principaux colorants azoïques de cette classe sont la gérachine, qui donne un rouge et des roses solides à la lumière et aux alcalis, le jaune Oriol, assez solide à la lumière, le jaune de thiazol qui l'est sensiblement moins, le rouge Erika, résistant aux acides, mais dont la solidité à la lumière est médiocre, etc.

On teint sur bain de phosphate de soude (10 %) et de savon (2 %), avec 0,25 à 5 % de matière colorante.

D'autres colorants très intéressants dérivent de la déhydrothiolo-luidine, par suite de réactions particulières : par exemple, le jaune chloramine, obtenu par l'action de l'hypochlorite de soude, qui teint le coton sur bain de savon, de sulfate et de phosphate de soude, les thioflavines T et S, produits de méthylation dont la première teint le coton mordancé au tanin en jaune verdâtre très vif, et la seconde teint le coton, sur bain alcalin, en nuances allant du jaune canari au jaune citron. Les thioflavines résistent à la lumière aussi bien que l'indigo.

Nous signalerons enfin le jaune mimosa, obtenu en faisant agir l'ammoniaque sur le diazoïque de la primuline, qui teint le coton sur bain renfermant 1 partie soude et 1 partie savon pour 100 eau et 5 % de colorant, du poids du coton.

Maurice PRUD'HOMME.

Ancien Élève de l'École Polytechnique.

TRAVAUX PUBLICS

LE PONT SUR LE ZAMBÈZE

Le prolongement extrême vers le nord de la voie ferrée de Capetown à Boulawayo, dans la Rhodésie, qui doit former une des sections de la grande ligne que les Anglais espèrent dans un avenir prochain voir s'étendre du Cap au Caire, est en cours de construction (1). Comme la ligne devait nécessairement franchir le Zambèze, les Ingénieurs chargés de l'étude du tracé le lui ont fait traverser juste en aval des fameuses chutes Victoria, découvertes par Livingstone en 1854. Là, le fleuve coule entre deux murailles verticales très resserrées, ce qui a permis d'une part de réduire la longueur de l'ouvrage à construire et de profiter des conditions favorables de résistance que présente le terrain des rives en ce point, et, d'autre part, de desservir par chemin de fer une région susceptible comme celle qui avoisine les chutes du Niagara, de devenir non seulement un but d'excursion très fréquenté des touristes, mais aussi, comme au Niagara et par l'utilisation des chutes, un centre industriel de premier ordre.

Comme le montre la carte de la figure 2, le Zambèze, en amont des chutes, coule lentement dans un lit de près de 2 kilom. de largeur, tandis qu'en aval, il parcourt tumultueusement un couloir resserré entre des parois volcaniques presque verticales, éloignées souvent de moins de 100 mètres.

La chute a 126 mètres de hauteur totale; elle est donc beaucoup plus haute que celle du Niagara qui n'a guère qu'une quarantaine de mètres. On estime à 35 millions de chevaux l'énergie hydraulique



FIG. 1. — Vue de la partie centrale des chutes Victoria, sur le Zambèze.

produite par cette chute au moment des hautes eaux (2). Au moment des basses eaux, le débit se réduit beaucoup mais il est encore très considérable. Des études actuellement en cours et auxquelles une somme de 1 250 000 francs est consacrée, permettent d'évaluer à 500 kilom. environ le rayon du cercle dans lequel l'énergie pourra être distribuée économiquement pendant toute l'année au moyen d'un transport de force électrique. Dans ce cercle se trouvent : Boulawayo, ville principale de la Rhodésie comptant déjà

plus de 5 000 habitants et point de jonction de quatre voies ferrées, de nombreux gisements de minerais de cuivre, d'or, etc., et le fameux bassin houiller de Wankie où l'on rencontre près de la surface des couches de houille ayant jusqu'à 12 mètres de puissance. On estime que dans ce cercle, l'exploitation des chemins de fer, des tramways, des mines, et l'éclairage électrique des villes et des centres industriels, seront plus économiques par l'emploi de l'électricité d'origine hydraulique que par celui de la houille. Dès maintenant un capital de 62 500 000 francs est disponible pour faire une première installation, dès que les études seront terminées.

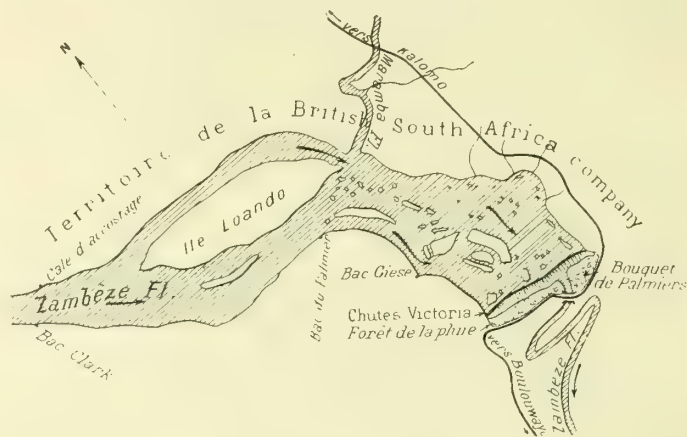


FIG. 2. — Carte du territoire avoisinant les chutes Victoria, sur le Zambèze.

Les circonstances locales rendaient absolument impossibles toutes les tentatives en vue d'établir des piles intermédiaires dans le lit; le pont devait franchir d'une seule portée la gorge au fond de laquelle le Zambèze roule ses eaux torrentielles : on s'est arrêté à un arc métallique à deux rotules portant un tablier de 198^m 30 de longueur totale et de 152 mètres 50 d'ouverture entre appuis.

Les figures 4 et 5 donnent une vue schématique de l'ensemble de cet ouvrage.

Il se compose de poutres métalliques jumelles constituées chacune par

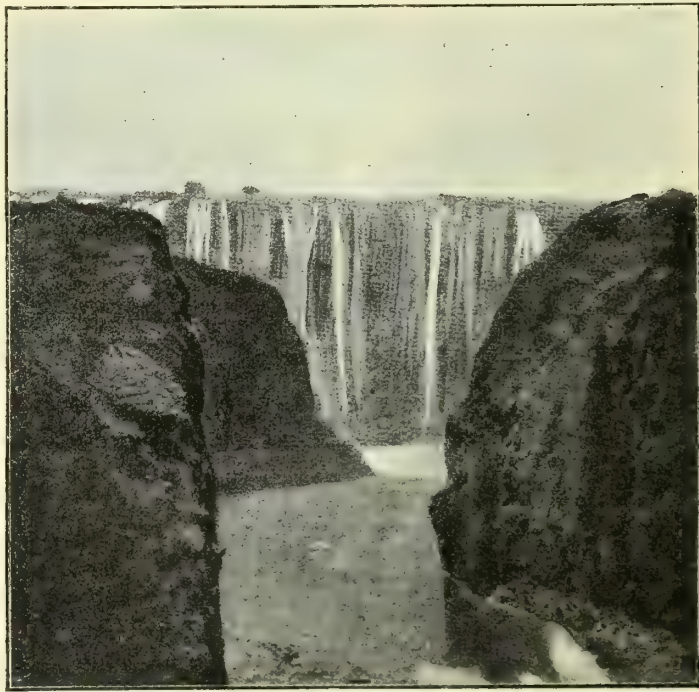


FIG. 3. — Vue des chutes Victoria et du couloir situé en aval au moment des basses eaux.

un arc en treillis à deux rotules, ayant une flèche de 32 mètres et une hauteur minimum entre membrures de 4^m 50. La membrure inférieure est une parabole. Chacun des arcs est divisé en vingt panneaux, correspondant chacun à une flèche de 220 millimètres. Les deux arcs ne sont toutefois pas situés dans des plans verticaux parallèles; ils s'écartent l'un de l'autre vers la base de manière à offrir une stabilité latérale plus grande. Leur écartement est de 16^m 40 aux appuis, et de 8^m 40 seulement au sommet de la courbe. Ils ne se raccordent pas directement avec la rive à leurs extrémités. Le tablier du pont est porté au delà des verticales des points d'appui par des poutres droites

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 26, p. 424 : L'état actuel des chemins de fer en Afrique.

(2) Celle des chutes du Niagara est estimée à environ 7 millions de chevaux.

en treillis, solidaires des deux arcs principaux et ayant une longueur de 26^m 70 du côté sud, et de 18^m 10 du côté nord. Ces poutres droites sont écartées de 6^m 10 d'axe en axe et ont une hauteur de 3^m 80; elles sont divisées en panneaux de 3^m 80 de largeur.

La construction de ce pont a présenté des difficultés spéciales. Voici, d'après l'*Engineer*, du 7 avril, comment on a pu les surmonter.

Les mêmes circonstances locales, qui interdisaient l'emploi de piles intermédiaires, rendaient également impossible l'établissement de chevalements et d'échafaudages pour le montage. Pour l'effectuer, on a fait partir à la fois la construction des deux rives, de manière à faire

Les matériaux ont été amenés par la rive nord du fleuve et il a fallu pour exécuter le montage comme il vient d'être indiqué, en transporter tout d'abord une très grande partie sur l'autre rive. On y parvint en établissant entre les deux rives un transbordeur aérien électrique d'un système assez particulier, qui a été déjà décrit dans le *Génie Civil* (1).

Ce transbordeur (fig. 8 et 9), du type dit équilibré, se composait d'un câble porteur en acier, de 263 mètres environ de portée, fixé d'un côté sur un pylône B et, de l'autre, au sommet d'une bigue inclinée A mobile autour d'un axe horizontal *a*, et portant une

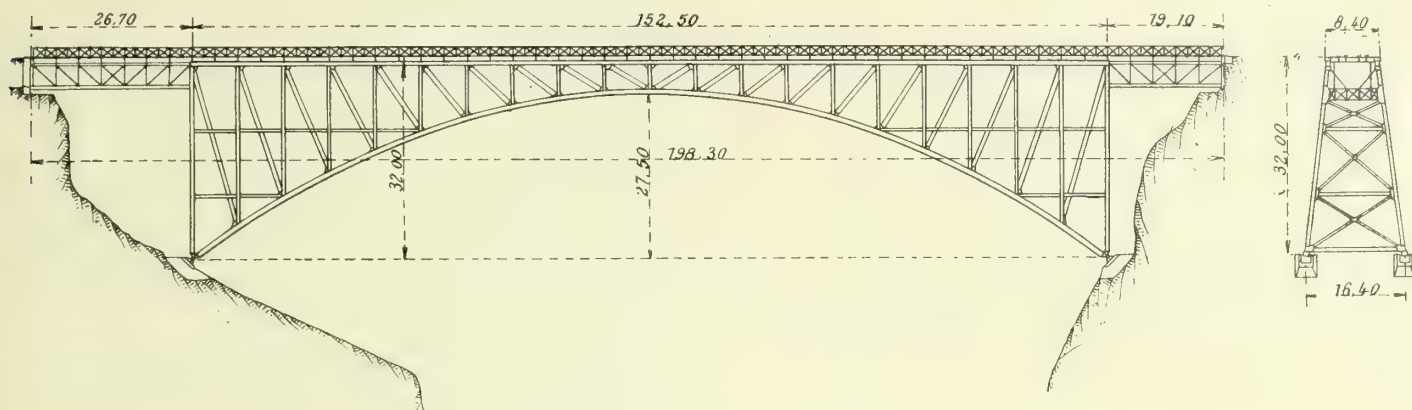


Fig. 4 et 5. — Élévation et coupe transversale du pont sur le Zambèze.

avancer simultanément l'une vers l'autre les deux parties et à les raccorder au milieu comme lorsqu'il s'agit d'un pont en cantilever (fig. 6); mais ici les points d'appui étant à rotules, il a fallu empêcher tout mouvement autour des coussinets: on y est arrivé en montant tout d'abord ces rotules (fig. 7), puis les portions des arcs situées immédiatement au-dessus ainsi que les poutres de raccordement aux rives. On perça ensuite, dans le roc basaltique tout à fait massif de ces rives, deux trous de 9 mètres de profondeur, écartés de 9 mètres pour chacune d'elles; on les réunit par des forages horizontaux pour en faire des conduits continus à travers lesquels furent passés de gros câbles. Ces câbles étaient rattachés ensuite par-dessus les poutres de raccordement; on

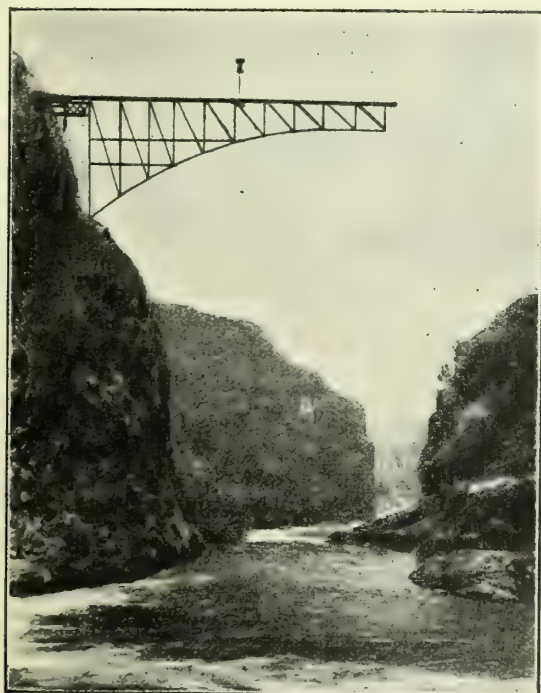


Fig. 6. — Vue d'une des rives pendant le montage du pont.

les solidarisaient ainsi avec le roc et de cette façon on évitait tout basculement des amorces des arcs autour de leurs coussinets. Pour plus de sécurité, on chargea encore avec 500 tonnes de rails toute la partie du roc intéressée au mouvement de soulèvement et d'arrachement que tendait à produire la charpente métallique.

On put alors monter successivement tous les panneaux du pont, suivant la méthode générale jusqu'au panneau du centre qui en assurait la stabilité définitive. Au fur et à mesure de l'avancement du pont à faux, on renforçait par de nouveaux câbles la ligature qui réunissait leurs extrémités au rocher de la rive.

charge C qui, suspendue à son sommet, se soulève et s'abaisse avec elle. Lorsque la charge mobile circule le long de ce câble, sa tension et sa flèche augmentent tant qu'elle se rapproche de son milieu. La bigue mobile se redresse donc pendant la première partie de ce trajet, tandis qu'elle s'abaisse lentement aussitôt que la charge a dépassé le milieu de la portée; l'abaissement du poids C contribue ainsi à faciliter l'ascension du chariot le long du brin remontant de ce câble, la pente de celui-ci diminuant continuellement au fur et à mesure que la charge avance.

Cette bigue mobile agit donc comme un appareil de compensation, emmagasinant l'énergie disponible pendant la descente de la charge le long du câble (le poids accroché au sommet de la bigue s'élevant pendant la durée de ce mouvement) et restituant cette énergie pendant qu'elle remonte le long de la deuxième moitié de ce même câble. Elle permet en outre de maintenir toujours entre des limites déterminées d'avance, la tension de ce dernier. Un hauban de sécu-

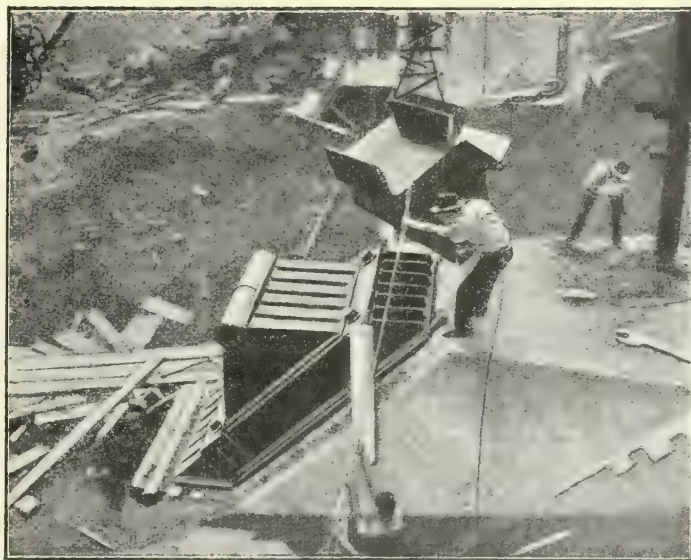


Fig. 7. — Mise en place des coussinets des rotules.

rité *h*, rattachant le sommet de la bigue à un massif en maçonnerie, empêche, le cas échéant, tout relèvement exagéré et tout renversement de celle-ci.

La cage mobile de ce transbordeur se compose d'un chariot automobile électrique, alimenté de courant par un câble conducteur en cuivre indépendant du câble en acier; ce chariot porte tout le mécanisme moteur, le mécanicien et la benne servant à contenir les

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 7, p. 116.

matériaux à transporter, laquelle est suspendue au chariot par l'intermédiaire d'un câble à crochet s'enroulant sur un treuil, qui sert à la descendre ou à la remonter en cas de besoin.

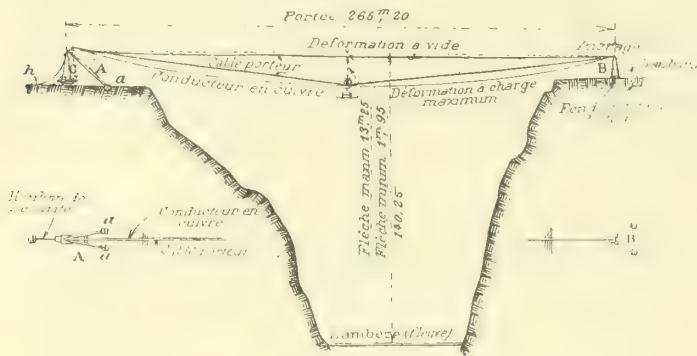


FIG. 8 et 9. — Vue d'ensemble et plan du transbordeur à câble équilibré employé pour la construction du pont sur le Zambèze.

La construction de ce pont n'a guère demandé que six mois; elle a été commencée le 14 octobre 1904 et les derniers rivets des panneaux réunissant les deux moitiés de l'arc métallique au centre de l'ouvrage ont été posés le 1^{er} avril 1905.

F. H.

CHEMINS DE FER

ESSAIS DE TRAINS A MARCHE RAPIDE, EN ALLEMAGNE avec des locomotives à vapeur.

Les essais qui ont eu lieu, dans le courant de l'année dernière, à la demande du Ministre des Travaux publics d'Allemagne, sur la ligne militaire de Marienfelde à Zossen, avaient pour but principal de déterminer la vitesse maximum pouvant être atteinte avec sécurité dans la remorque des trains rapides. Ceux-ci étaient composés de voitures à bogies, à quatre essieux, ou de wagons-lits à six essieux, attelés à l'un des types de locomotives express actuellement en usage en Allemagne, à quatre, cinq ou six essieux, avec tenders à deux bogies.

La ligne de Marienfelde à Zossen, sur laquelle se sont déjà effectuées les expériences de traction électrique à grande vitesse (1), a une lon-

Les conditions principales d'établissement de ces locomotives sont renfermées dans le tableau I ci-dessous.

Dans les locomotives n^{os} II et IV, les cylindres H. P., extérieurs, agissent sur l'essieu d'arrière et les cylindres B. P., intérieurs, sur l'essieu moteur d'avant. Dans la locomotive n^o V, avec cylindres H. P. intérieurs et cylindres B. P. extérieurs, les quatre cylindres agissent sur l'essieu moteur d'avant. Dans la locomotive n^o VI, le cylindre H. P. intérieur agit sur l'essieu moteur d'avant; les deux cylindres B. P. extérieurs agissent sur l'essieu moteur d'arrière par des manivelles calées dans le même sens, mais à 90 degrés par rapport à la manivelle H. P. La machine n^o IV a son essieu porteur fixe, et la machine n^o V son essieu porteur mobile.

A chaque voyage on a relevé :

1^o Le temps, le chemin parcouru et les points remarquables de la voie, relevés sur la bande de papier d'un appareil Siemens et Halske, à enregistreurs électriques. La vitesse de déroulement du papier s'effectuait à raison de 0^m02 environ par seconde;

2^o La résistance du train, au moyen d'un dynamomètre intercalé à la place de l'attelage ordinaire, entre le tender et la première voiture;

3^o Les déplacements du pivot et du point extrême du bogie, ainsi que ceux de l'essieu porteur, par rapport aux longerons. Dans ce but, des tambours enregistreurs, mus par un mouvement d'horlogerie, étaient installés dans une boîte en tôle fixée aux longerons par de robustes colliers. Les styles inscripteurs des mouvements étaient fixés sur les longerons des bogies;

4^o Les déplacements du tender par rapport à la locomotive, au moyen d'un style fixé à la machine et se mouvant au-dessus d'une bande mobile reliée au tender;

5^o La vitesse du vent, en mètres par seconde, à l'aide d'un anémomètre;

6^o Les admissions H. P. et B. P., les pressions dans la chaudière et dans les boîtes à vapeur, la vitesse d'après l'indicateur Hausschaelter, la dépression dans la boîte à fumée. Les mouvements propres apparents de la locomotive étaient aussi notés, pendant la durée du trajet, par deux agents placés près du mécanicien.

Les premiers voyages furent faits avec un train de six voitures, remorqué à la vitesse de 60 kilom., pour éprouver la régularité du fonctionnement des appareils de mesure et pour avoir une base d'appréciation au sujet de l'augmentation des déplacements relatifs résultant de l'accroissement de la vitesse. Aux voyages suivants, cette vitesse fut portée à 80 et 100 kilom. et, plus tard, à 120 kilom., vitesse correspondant à peu près à la production maximum des chaudières. On passa alors aux essais avec un train de trois voitures, d'abord à la vitesse de 100 kilom., puis à celle représentant la pleine utilisation de la puissance des machines.

TABEAU I.

	I	II	III	IV	V	VI
Timbre de la chaudière atmosphères.	12	14	12	14	14	14
Diamètre des cylindres millimètres.	460/680	2 × 340/330	2 × 530	2 × 340/360	2 × 360/360	2 × 524
Course des pistons —	600	640	600	640	600	630
Diamètre des roues motrices —	1 980	1 980	1 980	1 980	1 980	2 000
Surface de chauffe mètres carrés.	118	122	101,7 + 30,75 ⁽¹⁾	155	162	257
Surface de grille —	2,27	2,28	2,27	2,72	2,70	4,20
Poids de la locomotive en ordre de marche tonnes.	32	37,7	34	66	61,4	88
Poids adhérent —	31	32	32	32	32	36
Poids du tender avec approvisionnements —	43	43	43	46	44,5	59,6
Empattement de la locomotive mètres.	7,40	7,45	7,60	8,20	9	11,485
Empattement total de la locomotive et du tender —	14,715	14,59	15,10	15,40	15,40	20,785

(1) Y compris le surchauffeur.

gueur de 23 kilom. Ses plus fortes déclivités n'ont que 5 millimètres par mètre et ses courbes, en pleine voie, ont un rayon qui ne descend pas au-dessous de 2 000 mètres. Elle possède une lourde superstructure avec rails de 12 mètres, pesant 43^{kg} 4 le mètre et reposant sur dix-sept traverses par rail. Chaque train d'essai était composé d'une locomotive avec son tender, et de trois ou six voitures à intercircularion du dernier modèle, dont l'une portait les appareils de mesure.

Les locomotives express appelées à concourir furent les suivantes :

- I. Locomotive compound à 2/4 essieux (2), à deux cylindres;
- II. Locomotive compound à 2/4 essieux, à quatre cylindres (de Glehn);
- III. Locomotive à simple expansion, à 2/4 essieux, à vapeur surchauffée;
- IV. Locomotive compound à 2/5 essieux, à quatre cylindres (de Glehn);
- V. Locomotive compound à 2/5 essieux, à quatre cylindres (von Borries);
- VI. Locomotive compound à 2/6 essieux, à trois cylindres (Wittfeld).

(1) Voir le Génie Civil, t. XLIV, n^o 2, p. 29.

(2) Nous rappelons que le dénominateur de la fraction indique le nombre total des essieux, et le numérateur celui des essieux accouplés.

Les démarrages ont été faits, dans chaque cas, avec la plus grande accélération possible. Les arrêts étaient effectués avec le freinage à action rapide.

Le tableau II ci-après donne, pour les diverses locomotives soumises aux essais, et à différentes vitesses, notamment aux plus élevées atteintes dans chaque cas, le résumé des résultats d'expériences.

Les constatations suivantes ont, en outre, été faites :

La production de la chaudière de la locomotive n^o II n'est pas en rapport avec la puissance de la machine. Dans le même ordre d'idées, pour la locomotive n^o IV, on dut, aux démarrages des trains de six voitures, économiser la vapeur pour en avoir suffisamment dès qu'on atteindrait la vitesse maximum. Sur les autres locomotives, la production de la chaudière s'est montrée suffisante, dans tous les cas, sur les 23 kilom. du parcours d'essai. Il est vrai que la dépression dans la boîte à fumée dépassa souvent 400 millimètres d'eau. C'est seulement avec la locomotive n^o VI, établie pour fonctionner spécialement aux

TABLEAU II.

TYPE DE LOCOMOTIVE	NOMBRE DE VOITURES	POIDS REMORQUÉ	VITESSE ATTEINTE	SOUS LE RÉGIME DE LA VITESSE MAXIMUM								VITESSE AU COMMENCEMENT du freinage	LONGUEUR D'ARRÊT	DURÉE DU FREINAGE	VITESSE ET DIRECTION DU VENT	OBSERVATIONS
				EFFORT DE TRACTION AU ROULET DU TENDER	ADMISSION H. P.	PRESSION A LA CHAUDIÈRE	DÉPRESSION DANS LA BOÎTE A VAPEUR	DÉPLACEMENTS DU BOGIE								
								au pivot	au point extrême							
		tonnes	kilom.	kilogr.		atm.	mm.	mm.	mm.	kilom.	mètres	sec.				
I	6	224	68	1 200	0,30	42	35	9	40	60	460	17	7 ^m 3 par sec, oblique sur l'AV.	"		
	6	224	405	1 900	0,70	41	330	15	20	101	377	38	7 mètres, oblique sur l'AR.	"		
	3	408,5	419	4 600	0,75	42	500	20	27	418	720	38	5 mètres, de côté.	"	Légères trépidations à la vitesse maximum.	
II	6	234	72	850	0,35	44,5	50	3	12	62	205	23		"		
	6	234	105	1 500	0,50	44,1	300	15	29	92	570	36	Léger lacet.	"		
	4	39,3	128	500	0,50	43,8	310	20	53	123	1 000	56		"		
III	6	224	66	800	0,30	42	20	7	9	62	460	18		"		
	6	224	111	1 500	0,25	42	200	12	47	101	650	38	Patinage au démarrage.	"		
	3	109	136	"	0,40	44	500	15	25	133	995	58	4 ^m 5, de bout.	"	A 130 kilom. galop prononcé.	
IV	6	224	70	650	0,25	43,2	35	3	7	68	325	28	4 ^m 5, oblique sur l'AR.	"		
	6	224	105	1 150	0,40	44	230	5	15	102	520	34	5 mètres, oblique sur l'AR.	"		
	3	109	123	"	0,70	45,2	500	5	13	116	725	51	2 mètres, de côté.	"	Gelée.	
V	6	224	65	700	0,20	43,9	25	30	15	61	490	20	5 mètres, oblique sur l'AR.	"		
	6	224	105	1 500	0,40	44,5	200	25	25	105	800	49	3 ^m 5, oblique sur l'AR.	"		
	3	115	126,5	1 000	0,60	45,8	500	300	56	124,5	925	49	6 mètres, de côté.	"		
VI	6	224	117	1 600	0,74	44	470	5	7	117	825	49	6 mètres, oblique sur l'AR.	"	Mauvais démarrage, galop à 115 kilom.	
	6	224	127	"	0,76	44	200	5	12	127	1 050	53	Calme.	"		
	3	109	137	1 300	0,76	44	230	5	11	137	1 280	62	4 ^m 5, arrière.	"	Fort galop à 115 kilom. cessant à 125 kilom.	

plus grandes vitesses (au moins 120 kilom.), qu'un tirage de 250 millimètres fut reconnu suffisant pour obtenir une vaporisation facile, même dans le cas de la production la plus intense. La machine n° II s'est montrée bien inférieure à la machine n° IV, à cause de sa faible surface de chauffe.

La puissance relativement grande de la locomotive n° I, par rapport à celle n° II, tient à la moindre résistance propre de la première. La différence d'effet utile observée entre les machines nos IV et V a probablement aussi pour cause une moindre résistance propre de la seconde; elle est due également aux parcours moins longs de la vapeur, aux tiroirs H. P. qui sont cylindriques au lieu d'être plans, à la course plus faible des pistons et à une disposition plus favorable du mécanisme, car les efforts des pistons s'équilibrent sur un même essieu; enfin, il est à remarquer que la distribution aux deux paires de cylindres s'effectue, dans la locomotive n° V, par un même arbre, et que l'essieu porteur d'arrière, à déplacement latéral, n'occasionne qu'un faible frottement des boudins sur les rails.

Les puissances des locomotives nos III et VI sont les mêmes. Il convient de faire observer que cette dernière machine a donné lieu, lors des démarrages, à quelques patinages dus à la valeur trop grande des moments de rotation, pendant la période d'admission prolongée à pleine pression. Ces patinages se sont encore produits à des vitesses modérées de 60 à 80 kilom., mais ont cessé complètement à grande vitesse, parce que la vapeur n'agit plus qu'avec une pression réduite sur les pistons, pendant toute la course. Il convient donc de faire démarrer cette locomotive avec une admission relativement faible, si on ne veut pas perdre du temps par le patinage; il en résulte qu'aux démarrages elle sera inférieure à la locomotive n° III. La vapeur surchauffée paraît plus apte que la vapeur saturée à l'obtention des grandes vitesses. Mentionnons notamment, à ce point de vue, un fait caractéristique, ce sont les variations de pression dans la boîte à vapeur; le manomètre installé sur la boîte de la machine à vapeur surchauffée n° III a marqué une pression sensiblement constante, tandis que, sur la machine n° V, il était exposé, aux grandes vitesses, à de fortes oscillations. A l'allure de 110 kilom. à l'heure, celles-ci atteignaient environ 2 kilogr., ainsi qu'on l'avait également constaté antérieurement à la Compagnie du Nord, dans des essais effectués sur des locomotives compound.

En ce qui concerne les mouvements perturbateurs, il y a lieu de remarquer ce qui suit. Le lacet, qui dépend de la faculté de déplacement latéral du bogie, devient seulement dangereux lorsque la course du ressort de rappel est complètement utilisée et que la crapaudine du pivot bute contre son guide. Dès que cette condition est réalisée, la locomotive commence à tanguer plus fortement. Cette constatation a été faite surtout pour la locomotive n° II dont le bogie est muni de ressorts hélicoïdaux assez souples ne permettant qu'un déplacement latéral de 20 millimètres, lequel est insuffisant pour les grandes vitesses. A part cette machine, seul le bogie de la locomotive n° V a buté, mais seulement au delà de 120 kilom. à l'heure, ce qui a occasionné alors un tangage prononcé.

Les locomotives express à 2/5 essieux ont, paraît-il, manifesté des mouvements, déjà aux faibles vitesses, dans les passages en courbes et dans les inégalités de la voie, qu'elles aient un essieu porteur arrière fixe, comme la machine n° IV, ou à déplacement transversal, comme celle n° V. Ce type de locomotive ne semble pas, aux yeux des Ingénieurs allemands, parfaitement approprié aux vitesses supérieures à 120 kilom. Cependant, nous devons ajouter que la pratique qu'ont les Compagnies de chemins de fer américaines et françaises des locomotives express du type « Atlantic » ne paraît pas corroborer cette opinion.

De forts mouvements de galop se sont produits pour la machine n° III, à la vitesse de 125 kilom. et, pour celle n° IV, à 115 kilom., lorsque les attelages n'étaient pas suffisamment serrés. Ces galops, qui ont donné lieu dans l'appareil dynamométrique à des tensions de plus de 11 000 kilogr., proviennent, aux allures susmentionnées, d'une concordance entre la période d'oscillation des ressorts de suspension du tender et du mouvement de rotation de la machine autour d'un axe horizontal perpendiculaire à la voie. Dès que la locomotive avait atteint une vitesse d'environ 5 kilom. plus élevée, ou lorsque l'attelage entre le train et le tender était fortement serré, ces mouvements cessaient totalement. Ce phénomène est plus accentué dans les machines à deux cylindres que dans celles à quatre cylindres, en raison de l'équilibre moins parfait des masses en mouvement. Indépendamment de ces perturbations, il se produisit encore, pour la locomotive n° III, avec des admissions, peu usitées il est vrai, de 30 % dans les petits cylindres, des chocs amenant des trépidations nuisibles à la longue aux organes de la machine et désagréables pour le personnel. Ces chocs sont attribuables à l'excès de compression dans les cylindres; ils cessent lorsqu'on augmente le degré d'admission.

CONCLUSIONS. — Il résulte de ces expériences, dont l'*Organ für die Forts. des Eisenbahnw.* a donné le compte rendu détaillé (1), que les locomotives express, actuellement en service en Allemagne, peuvent circuler sans danger, sur une ligne à lourde superstructure, jusqu'à 120 kilom. à l'heure, mais, dans les courbes et points défectueux de la voie, il convient de ne pas faire dépasser 110 kilom. aux locomotives express à 2/5 essieux (2). Pour les allures dépassant 110 kilom., il est à recommander d'employer des locomotives à 2/4 essieux ou de recourir à celles à 2/6 essieux, si la production de la chaudière est insuffisante. Bien que les mouvements perturbateurs ne soient pas exagérés avec la locomotive à deux cylindres, il est préférable, à cause du meilleur équilibre des masses, d'employer la locomotive à quatre cylindres, malgré l'augmentation de résistance organique. Enfin, pour les grandes vitesses, la vapeur surchauffée est avantageuse, parce que la vapeur saturée subit de fortes pertes de charge qui réduisent beaucoup l'effet utile du moteur.

F. B.

(1) Numéro de janvier 1905.

(2) Nous avons fait plus haut une restriction au sujet de cette opinion.

VARIÉTÉS

Emploi de la conductibilité électrique dans la surveillance des eaux de sources.

Pour déceler immédiatement les variations brusques, de courte durée, qui peuvent se produire dans le périmètre d'alimentation de ses sources et en rechercher les causes, la Ville de Paris utilise, depuis quelques années, une méthode dite de *signalement* qu'a imaginée M. Dienert, chef des services de surveillance locale.

Cette méthode, basée sur la recherche journalière de la conductibilité électrique des eaux dérivées, donne d'excellents résultats. Nous en indiquerons rapidement le principe d'après l'étude que M. Guillerd, Ingénieur agronome, attaché au service de surveillance des sources de la Ville de Paris, lui a consacrée dans la *Revue d'Hygiène* (novembre 1904).

Les eaux météoriques qui tombent à la surface, après avoir été absorbées par les terrains poreux ou les bétouilles, se divisent en deux parties inégales, dont l'une réapparaît aux sources dans un délai relativement court, et l'autre, se répandant dans la nappe souterraine, n'arrive aux sources qu'après avoir séjourné dans le sol pendant un temps considérable.

La première partie de ces eaux, très suspecte, ayant circulé rapidement dans les diaclases, est généralement peu chargée de substances alcalines dissoutes. La seconde, au contraire, épurée et décantée, est très chargée de matières minérales par suite d'un contact intime et prolongé avec le sous-sol.

Dans une source dont le régime normal est établi, tout événement météorologique, hydrologique ou géologique, régulier ou anormal, prévu ou accidentel, viendra donc modifier la proportion des deux natures d'eaux alimentant la source, la quantité des matières salines dissoutes et, par suite, amener un changement dans la résistivité électrique de l'eau considérée. La résistivité diminuant avec la richesse des eaux en sels, sa mesure donnera un reflet de son analyse chimique.

L'appareil employé rappelle la disposition du pont de Wheatstone sous la forme du pont à corde.

Une règle graduée supporte un fil de platine AB parfaitement étalonné et souvent vérifié, sur lequel se meut un curseur C relié au pont. Un téléphone est adapté sur le conducteur CD constituant le pont; une boîte de résistances R et une cuve R', qui reçoit l'eau à examiner, sont reliées aux extrémités de la règle.

La cuve R', en terre, porte sur deux faces parallèles des électrodes en cuivre argenté; elle est elle-même parfaitement étalonnée à l'aide d'une solution saline de conductibilité électrique connue. Tout cet ensemble est parcouru par un courant alternatif, venant d'une bobine de Ruhmkorff, qui produit un son dans le téléphone. La position du curseur C est réglée par tâtonnements, de façon que le silence se fasse dans ce téléphone. A ce moment le fil CD n'est plus traversé par aucun courant et on a :

$$R' = R \frac{AC}{CB} \quad [1]$$

en appelant R' la résistance de la cuve, R la résistance de la boîte mise dans le circuit. On en déduit la résistance spécifique ρ de l'eau, c'est-à-dire la résistance d'une colonne d'eau de 0^m01 de longueur et de 1 centimètre carré de section, de la formule :

$$R' = \rho \frac{l}{s} \quad [2]$$

$\frac{l}{s}$ étant le coefficient constant de la cuve précédemment déterminé.

Ces mesures sont faites, l'eau étant ramenée à 18 degrés. Ce point est important car, pour des températures voisines, les écarts sont considérables, ainsi que le montrent les chiffres du tableau ci-dessous :

TEMPÉRATURE de l'EAU DE LA CUVE	VALEUR DE R'	VALEUR DE ρ RÉSISTANCE SPÉCIFIQUE de l'eau examinée
17° 25	314 ohms.	2 588 ohms.
17° 50	313 —	2 580 —
17° 75	311 —	2 564 —
18°	309 —	2 547 —

Le fil de platine AB doit être soigneusement étalonné et vérifié. A cet effet, on substitue à la cuve d'expérience une boîte de résistances : lorsque le téléphone est devenu silencieux, on a, pour la position correspondante du curseur C :

$$R' = R \frac{\text{Résistance AC}}{\text{Résistance BC}}$$

où R et R' sont connues. En faisant varier ces résistances, on détermine la valeur du rapport $\frac{\text{Résistance AC}}{\text{Résistance BC}}$ pour les différentes positions du curseur C.

Lorsqu'il s'agit d'examiner une eau et que la deuxième boîte de résistances a été remplacée par la cuve d'expérience, on trouve une position du curseur C pour laquelle le silence du téléphone s'établit.

On cherche alors dans le tableau d'étalonnage quelle est la valeur du rapport $\frac{AC}{BC}$ pour cette position du curseur. Connaissant cette valeur, la formule [1] donne R', et la formule [2] fournit ρ , résistance spécifique de l'eau à examiner.

La méthode de signalement (1) a donné déjà des résultats très appréciables : elle a permis de déceler rapidement des changements dans l'hydrographie du bassin de l'Avre et a rendu tangible l'intérêt bien évident qu'il y a, au point de vue hygiénique, à obturer les principaux bétouilles qui existent dans la vallée où coule cette rivière. Les mesures de conductibilité électrique ont, en effet, nettement montré la supériorité des lits poreux sur les bétouilles qui produisent une absorption brusque sans filtration suffisante des eaux.

Nouveau type d'embrayage pour automobiles.

La première qualité d'un embrayage pour automobiles (en dehors, bien entendu, de la sûreté de l'entraînement) est la progressivité. Parmi les meilleures solutions de cette question délicate et encore mal résolue, nous croyons qu'il faut compter celle présentée tout récemment à l'Académie des Sciences (2), par le duc de Guiche et M. Gilardoni.

Rappelons-en brièvement le principe :

Considérons (fig. 1) un tambour T, de centre O, à l'intérieur duquel frotte un patin p, relié au centre O par les deux bielles OA et AB; pour un choix convenable de l'angle σ de OB avec AB, l'appareil constitue un embrayage grâce auquel le patin p est entraîné quelle que soit la résistance à vaincre.

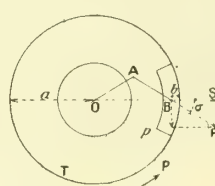


FIG. 1.

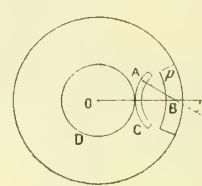


FIG. 2.

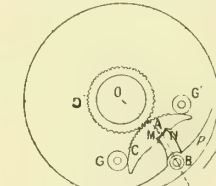


FIG. 3.

Désignons en effet par S la composante normale de la réaction R de la bielle AB sur le patin, et par P la force tangentielle d'entraînement du tambour; soient a le rayon du tambour et b la distance du point B au tambour; le patin, par la liaison OAB, est assujéti à tourner autour de O; la somme des moments des forces qui agissent sur lui par rapport à O est nulle, et l'on a en négligeant les frottements aux axes :

$$S(a-b)\tan\sigma = Pa.$$

Pour que le patin ne glisse pas, il faut que :

$$[1] \quad P \leq S f, \quad \text{d'où} \quad \tan\sigma \leq \frac{af}{a-b},$$

condition indépendante de S; donc, dès que σ remplira cette condition, il y aura entraînement, quelle que soit la pression S.

La formule [1] néglige les frottements aux articulations A et B; il serait facile d'en tenir compte et la conclusion serait semblable.

Comme le facteur $\frac{a}{a-b}$ est plus grand que 1, on remplira a fortiori la condition précédente en choisissant σ de façon que $\tan\sigma \leq f$, ce qui entraîne, en appelant φ l'angle de frottement ($f = \tan\varphi$), la condition $\sigma \leq \varphi$.

Ce dispositif est bien connu. Reuleaux en décrit plusieurs de ce type et donne la formule complète (d'ailleurs peu utile) qui donne la valeur théorique limite de σ . Il a le grave défaut, au point de vue automobile, de ne pas être progressif. La valeur de σ est, en effet, parfaitement déterminée par les dimensions de l'appareil et, par suite, il y a coïncement dès que le patin touche le tambour. C'est par une modification de ce dispositif, ayant pour but de faire varier σ au gré du

(1) Des recherches du même genre sur l'eau du Rhône, à Lyon, ont déjà été signalées par le *Génie Civil*; voir t. XLVI, n° 21, p. 343. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*.)
(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 4, p. 12. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*.)

conducteur, que les inventeurs ont obtenu la progressivité. En effet, tant que σ sera plus grand que l'angle limite, il y aura glissement du patin, avec entraînement partiel (ou freinage) d'autant plus intense que σ sera plus voisin de la valeur limite. Lorsque σ tombera au-dessous de la valeur limite, l'entraînement sera complet.

Pour atteindre ce but, MM. de Guiche et Gilardoni suppriment la bielle OA, et la remplacent par une liaison mécanique entre l'arbre O et le pivot A, qui permet de donner à la distance OA telle valeur fixe que l'on veut. A cet effet, la bielle AB (fig. 2) est articulée en A sur un secteur C qui est guidé et astreint par ce guidage à décrire un arc de cercle de centre B. Lorsqu'on arrête ce secteur C dans une position déterminée, tout se passe comme si O et A étaient reliés par une bielle faisant corps avec l'axe O. En augmentant ou diminuant la distance OA, on augmente ou diminue à volonté l'angle σ .

Pour réaliser pratiquement ce dispositif théorique, les inventeurs ont supprimé (fig. 3, 4 et 5) l'articulation en A et l'ont remplacée par le simple appui de deux surfaces. Les figures 4 et 5 représentent l'appareil tel qu'il se présente effectivement.

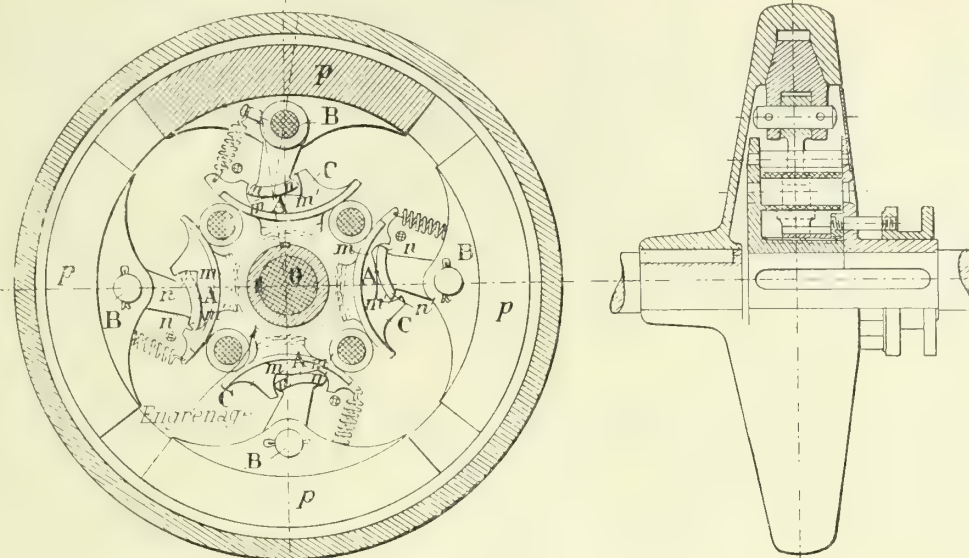


FIG. 4 et 5. — Coupes longitudinale et transversale de l'embrayage.

Sur le tambour agissent quatre patins p . En B, sur chaque patin, est articulée une bielle munie d'une tête arrondie nm' . Cette tête pénètre dans une encoche d'un secteur C et s'appuie sur une surface courbe mm' . Les quatre secteurs C, qui roulent sur quatre galets faisant

corps avec le plateau fixé à l'arbre O, sont commandés par un pignon denté tournant autour de O. Un choix convenable des courbes mm' et nm' permet d'éviter les effets de l'usure de ces surfaces. Dans ce but, la courbe mm' étant un arc de cercle, la courbe nm' est une développante d'un cercle de centre B. Dans ces conditions, la normale OA, commune aux deux courbes mm' et nm' , reste tangente à un cercle de centre B et, tandis que l'angle σ varie, l'angle BAO reste constant. On peut alors choisir en sorte que les deux surfaces en

contact mm' et nm' ne glissent pas l'une sur l'autre et ainsi l'appareil, amené dans une certaine position, y restera sans effort appréciable.

Un ressort à boudin relie la bielle au secteur C, de façon que l'appareil tende toujours à se débrayer de lui-même, et une butée limite la course du secteur.

Carlo BOURLET,
Docteur ès Sciences.

Nouvelles applications du carborundum

La grande dureté du carborundum l'a fait employer presque immédiatement après sa découverte à de nombreux usages industriels et on s'est peu préoccupé tout d'abord de son infusibilité aux très hautes températures. Cette propriété a cependant été mise à profit dans ces dernières années et a conduit à des applications déjà nombreuses et très intéressantes, que nous résumons ici, d'après l'*Engineering and Mining*, du 23 mars (1).

Plusieurs brevets ont été pris pour la préparation de matériaux réfractaires (briques, agglomérants, etc.), dans lesquels le carborundum entre pour la majeure partie. En général, le carborundum pulvérisé est mélangé avec un agglutinant qui est composé d'argile, d'un silicate alcalin et de chaux. Dans un cas cependant (brevet Frank J. Tone), il n'est fait aucune addition : l'adhérence des particules est obtenue par la formation d'une petite quantité de silice fondue produite sur leur surface à la suite d'une légère oxydation à haute température au four électrique. Le carborundum ainsi employé peut être amorphe ou cristallisé.

En dehors des briques de forme régulière qu'on prépare par ces procédés, on peut aussi obtenir un mortier allant au feu ; ce mortier est composé d'un mélange de carborundum pulvérisé, de densité 2,7, et d'argile de première qualité, auquel on ajoute une solution de silicate de soude, lors de la préparation du mortier.

Avec ce mortier, on peut jointoyer les différents appareils d'un four métallurgique ou, mieux encore, l'enduire totalement de façon à réaliser un ensemble se présentant au feu, après cuisson, comme un véritable monolithe, sans aucun joint. L'emploi de ce sable simplifie beaucoup la construction des fours, l'enduit pouvant être mis en place très facilement par moulage. Le sable de carborundum, employé à cet usage, coûte 5 fr. 25 les 100 livres (soit 45^k3) tout chargé, pris aux usines de Niagara Falls.

Un emploi tout autre du carborundum, et dans lequel on utilise vraisemblablement les propriétés extrêmement réductrices du silicium qu'il contient, a été préconisé dans la métallurgie de l'acier, par MM. W. Kaufmann et Bouvier, en vue d'améliorer la qualité du métal. Il consiste à ajouter, par petites portions et à intervalles réguliers, le carbure de silicium dans l'acier fondu aussi chaud que possible, au fur et à mesure qu'il est coulé dans les poches ou dans les moules. L'acier doit être exempt de scories, sinon le carborundum est immédiatement détruit. Les proportions à employer seraient de : 0,11 — 0,12%, pour l'acier des bandages de roues de wagons ; 0,37 — 0,39, pour l'acier coulé ; 0,075 — 0,08, pour l'acier basique doux.

(1) Le Génie Civil a déjà signalé l'apparition d'un de ces produits réfractaires : le silicicon (t. XLIII, n° 3, p. 44).

Tendeur à galets multiples pour transmissions par câbles.

L'usage des câbles en chanvre, juxtaposés sur des volants à gorges, est assez répandu, pour les commandes d'arbres principaux quand la puissance à transmettre ou la distance de la machine à l'arbre commandé nécessiteraient des courroies trop considérables.

Toutefois ce genre de commande a l'inconvénient d'entraîner des efforts importants sur les paliers, en raison de la tension qu'il faut donner à chacun des câbles ; de plus, on ne peut compter que ces câbles possèdent et surtout conservent des tensions égales, à moins de remanier constamment leurs longueurs, de sorte qu'ils travaillent très inégalement.

C'est à ces inconvénients que s'efforce de parer M. Lips, de Zurich, par l'adoption du dispositif ci-dessous, qui se compose d'un ensemble

de galets tendeurs g , robustes et de grand diamètre, montés aux extrémités de leviers l , qui tournent autour de leur axe commun a . Ces galets agissent sur le brin flottant de chaque câble. Les tiges de manœuvre m , que l'on fixe au point le plus élevé possible du secteurs, servent à régler la position de chaque galet, suivant que le câble correspondant a plus ou moins besoin d'être retendu.

Nous n'insisterons pas sur cette disposition, que montrent

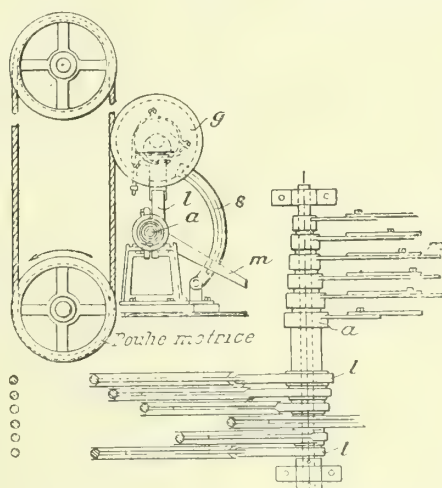


FIG. 1 et 2. — Élévation et plan du tendeur Lips.

clairement les figures 1 et 2, où sont indiqués schématiquement les organes de graissage des galets et les autres accessoires. Les galets, en augmentant l'arc d'enroulement de chaque câble sur les poulies, évitent le glissement de ces câbles, cause d'usure rapide, sans les soumettre d'autre part à des tensions exagérées.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Société des Ingénieurs civils

Séance du 19 mai 1905.

Présidence de M. GOSLAW, Président.

I. — M. C. BIRAULT présente une communication sur les *Tunnels tubulaires en terrains aquifères et la traversée sous la Seine des nouvelles lignes du Métropolitain*.

Il rappelle d'abord sommairement les exemples déjà anciens de tunnels tubulaires, notamment celui de Blackwall, à Londres (1), les siphons de Clichy et de la Concorde, à Paris (2), et le mode d'emploi des boucliers qui ont servi à les construire. La section d'un tunnel doit être, en principe, celle qui enveloppe le mieux le gabarit des convois appelés à y circuler. On adoptera donc un profil de ce genre toutes les fois que les considérations de résistance ou de procédés d'exécution ne s'y opposeront pas.

Pour les souterrains traversant sous des fleuves, et soumis à des pressions importantes dues à l'eau et aux terres, la section doit être choisie en tenant compte de ces éléments nouveaux. La difficulté n'est pas très grande si l'on opère par *fonçage vertical*, à l'air comprimé, par exemple. On constitue des parois très résistantes avec un revêtement métallique enveloppé dans un massif de maçonnerie qui le renforce extérieurement.

Pour les ouvrages exécutés par *cheminement horizontal* avec des boucliers, il faut réduire au minimum l'épaisseur des parois, pour diminuer le cube des déblais. Ces parois n'ont plus alors une rigidité suffisante pour résister à des flexions importantes; les considérations de résistance deviennent primordiales, et M. Biraault montre qu'alors la forme circulaire est la plus convenable (3).

Il décrit ensuite le bouclier à fouille mécanique, système Price, employé aux travaux du Brompton and Piccadilly Circus, à Londres; puis le tunnel de Rotherhithe, sous la Tamise, actuellement en construction. C'est jusqu'ici le plus grand ouvrage à section circulaire; son diamètre extérieur atteint 9m15 et son bouclier pèse 270 tonnes. Le revêtement en fonte a 57 millimètres d'épaisseur.

M. Biraault termine par quelques renseignements sur les tunnels qui vont permettre à différentes lignes du Métropolitain de Paris de passer sous la Seine. La ligne de Montmartre à Montparnasse, qui fait l'objet d'une concession spéciale, aura deux galeries circulaires jumelées, de 5 mètres de diamètre, construites avec le bouclier. La ligne de Clignancourt à la Porte d'Orléans traversera (4) les deux bras de la Seine, en amont du boulevard Saint-Michel, par un souterrain unique. On emploiera le fonçage vertical, avec trois caissons dans le grand bras et deux dans le petit bras, avec les précautions nécessaires pour ne pas entraver la navigation. A la traversée du chemin de fer d'Orléans, on opérera par congélation, pour prévenir tout affaissement de cette ligne.

II. — M. H. JULLIOT présente ensuite une communication sur le *Ballon dirigeable « Lebaudy »* qui a été construit sur ses plans, et qui a fait déjà plus de soixante ascensions.

Ce ballon, dont la description détaillée a été donnée récemment dans le *Génie Civil* (5), est constitué par une enveloppe en étoffe, de forme allongée et dissymétrique, gonflée à l'hydrogène presque pur. Le ballon a 57m75 de longueur et 2666 mètres cubes; il peut enlever 3000 kilogr. La nacelle a la forme d'un petit bateau à fond plat, de 4m50 de longueur.

La propulsion se fait par deux hélices, que commande un moteur à essence de 40 chevaux, à 4 cylindres; elles tournent symétriquement et en sens inverse l'une de l'autre.

M. Julliot fait l'historique des ascensions du dirigeable et signale les avantages, au point de vue de l'offensive militaire, d'un pareil aérostat; il en étudie actuellement un modèle plus puissant destiné à un service de reconnaissances.

A. B.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXVII, n° 4, et t. XXXI, n° 9.(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXVIII, n° 19.(3) Voir l'article très détaillé publié sur cette question par M. Biraault dans le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 8, p. 421.(4) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 16, p. 259.(5) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 7, p. 97; t. XLIV, n° 3, p. 74, et t. XLV, n° 22, p. 362.

Académie des Sciences

Séance du 22 mai 1905.

Chimie physique. — Sur la compressibilité de différents gaz au-dessous de 1 atmosphère, et la détermination de leurs poids moléculaires. Note de MM. Adrien JAQUEROT et Otto SCHEUER, présentée par M. G. Lemoine.

La détermination de la compressibilité des gaz aux pressions inférieures à 1 atmosphère a pris une grande importance comme moyen d'obtenir leurs poids moléculaires exacts par la méthode des densités limites. La densité limite L_0 se déduit du poids du litre normal du gaz L (à 0 degré et à 760 millimètres), et de l'écart a qu'il présente par rapport à la loi de Mariotte entre 0 et 1 atmosphère. On a :

$$L_0 = L / (1 - a),$$

en adoptant la notation de M. D. Berthelot, qui définit a par :

$$1 - \frac{p_1 v_1}{p_0 v_0} = a(p_1 - p_0).$$

où $p_1 = 1$ atmosphère, et $p_0 = 0$.

Les auteurs ont mesuré la compressibilité de différents gaz à 0 degré, entre 400 et 800 millimètres de mercure environ, et pour les gaz très compressibles, également entre 200 et 400 millimètres. Les résultats de la première partie de ces recherches, et la description de l'appareil qui, imaginé par les auteurs, a servi à ces déterminations, font l'objet de la présente note.

Les poids moléculaires calculés coïncident pratiquement avec les résultats des meilleures méthodes analytiques dans le cas des gaz éloignés de leur point d'ébullition, à condition d'admettre pour le poids atomique de l'azote un nombre voisin de 14,01, poids atomique qui résulte d'ailleurs, d'un ensemble de travaux récents.

Pour les gaz facilement liquéfiables, les poids moléculaires calculés sont trop faibles, ce qui résulte probablement du fait que l'écart de compressibilité varie d'une façon appréciable avec la pression.

Chimie végétale. — Sur les transformations des matières azotées chez les graines en voie de maturation. Note de M. G. ANDRÉ.

Les phénomènes de transformation des matières azotées sont, pendant la maturation de la graine, inverses de ceux qui se produisent pendant la germination. L'albumine apparaît tardivement au cours de la maturation et disparaît très peu de temps après les débuts de la germination. La légumine fait une apparition plus précoce pendant la maturation; elle existe dans la graine mûre en proportions beaucoup plus importantes que l'albumine; bien que son poids diminue pendant la germination, on la rencontre encore dans la plantule lorsque celle-ci a retrouvé le poids de la graine initiale.

Les amides solubles représentent l'état initial de la matière azotée complexe de la future graine; d'où leur abondance dès les débuts de la formation de celle-ci. Lorsque la maturation s'avance, ces amides se condensent, se transforment par déshydratation et leur azote n'est plus qu'une fraction, variable suivant les graines, mais assez faible, de celle de l'azote total.

Magnétisme. — De l'hystérésis magnétique produite par un champ oscillant superposé à un champ constant. Comparaison entre la théorie et l'expérience. Note de M. P. DUHEM.

En faisant appel à la théorie de l'hystérésis, M. Duhem a pu prévoir les effets produits dans un aimant par un champ qui subit des oscillations symétriques, très nombreuses et très rapides, entre deux valeurs $H_0 + \gamma$ et $H_0 - \gamma$. Dans cette note, il compare les propositions qu'il a obtenues aux résultats des phénomènes observés par M. Ch. Maurain; leur grande complexité semble pouvoir être entièrement débrouillée au moyen de la théorie qu'il propose.

Océanographie. — Sur la campagne de la Princesse-Alice. Note de S. A. S. le Prince DE MONACO.

Cette note expose les résultats principaux de la campagne scientifique de 1904. Elle a eu pour objet l'Océanographie pure, la Bactériologie, la Biologie marine, la Chimie biologique, la Zoologie et, pour la première fois, la Météorologie de la haute atmosphère océanique au moyen de cerfs-volants. Les différents collaborateurs étaient MM. les docteurs Richard, Maillard et Portier, le professeur Joubin du Muséum de Paris, le professeur Hergesell de l'Université de Strasbourg, M. Sauerwein, enseigne de vaisseau et M. Tinayre, artiste peintre.

Dix-neuf prises d'eau pour les recherches bactériologiques ont été faites entre 134 mètres et 5425

mètres de profondeur. L'instrument employé est une boîte à renversement qui renferme des tubes stérilisés; le docteur Portier a fini, après deux années d'expériences, par lui donner les plus entières garanties contre toute irrégularité. Dans les grandes profondeurs et jusqu'à peu de mètres du fond, certains prélèvements n'ont pas fourni un seul microbe dans un volume de 25 centimètres cubes d'eau, tandis que d'autres ont donné quelques résultats (environ une bactérie par 7 centimètres cubes ou 8 centimètres cubes).

L'eau de la surface, prélevée fort loin des côtes, est également pauvre en bactéries; mais il est intéressant de trouver dans l'eau puisée sur le banc Gorringue, qui est à 260 milles de la côte la plus voisine, une abondance relative de bactéries (environ dix dans 1 centimètre cube). Cette richesse tient évidemment au grand nombre des animaux qui vivent sur le banc.

Physiologie. — Sur la valeur de différents pains. Note de M. Pierre FAUVEL, présentée par M. Edmond Perrier.

Les hygiénistes déplorent la mode qui exige du pain de plus en plus blanc, pauvre en gluten et en acide phosphorique. Par réaction, on a préconisé le pain complet, contenant toute l'enveloppe du grain, mais A. Girard a conclu d'une expérience célèbre que l'enveloppe doit être rejetée parce qu'elle ne possède qu'une valeur alimentaire insignifiante. Dans cette expérience, il avait ingéré du son lessivé et privé de ses principes solubles, et avalé le son en nature, sans division préalable, ni mastication; il s'était préparé à cette expérience par un régime spécial dans lequel entraient des poudres de viande, gelées et bouillons. On peut objecter, pour contester la valeur de cette expérience, que ses sucs digestifs n'étaient pas suffisamment adaptés à la digestion des matières végétales.

L'auteur, qui est végétarien depuis plus de trois ans et qui suit, en outre, depuis plusieurs semaines, un régime végétal aussi exempt que possible de purines alimentaires et juste suffisant pour maintenir l'équilibre azoté, a repris la question d'une autre façon.

Pendant une semaine, au moins, il a consommé chaque jour 400 grammes, en moyenne, du pain à étudier. Pendant toute la durée des expériences, les jours correspondants de chaque semaine, tous les aliments, sauf le pain, étaient exactement les mêmes en nature et en poids. Les trois semaines sont donc comparables jour par jour, ainsi que le montrent les courbes quotidiennes des différents résultats des analyses urinaires, qui sont sensiblement parallèles.

Les expériences ont porté : 1° sur du pain blanc de farine de cylindres de première qualité; 2° sur du pain complet, contenant tout le grain, y compris le son et un peu de seigle (pain Kneipp); 3° sur du pain de munition fortement bis.

L'acide phosphorique du pain de munition, comme celui du pain blanc, est à peu près entièrement assimilable et représente presque toute la quantité utilisable contenue dans le grain de blé, car le pain complet n'en fournit guère davantage (0,015 % seulement de plus). Le son exerce une action laxative assez marquée, pendant les quelques jours suivant la semaine d'expériences, pour entraîner une perte de poids de 1 kilogr. Ce n'est pas au seigle du pain Kneipp qu'est dû cet effet, car l'usage de pain de seigle pur, sans son, n'a jamais causé pareil inconvénient. Pendant les semaines au pain blanc et au pain de munition, le poids s'est maintenu sensiblement constant, tandis que pendant la semaine au pain complet, l'auteur a perdu 600 grammes.

En résumé, en ce qui concerne l'auteur, le pain complet n'offre aucun avantage sur le pain bis : il ne fournit pas sensiblement plus d'acide phosphorique assimilable et il abaisse le taux de l'urée au lieu de l'augmenter. Il a en outre l'inconvénient d'apporter une quantité sensible de purines, il irrite l'intestin et entrave l'assimilation des autres aliments.

Le pain bis, au contraire, donne des résultats supérieurs au pain blanc, sans avoir aucun des inconvénients du pain complet.

Cette expérience personnelle, en apparence à l'abri de toute critique, est en contradiction formelle avec les affirmations de nombreux végétariens; aussi l'auteur souhaite-t-il que des recherches nouvelles et précises soient entreprises pour élucider la question.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

ART MILITAIRE

Les nouvelles pièces de côtes à affût fléchissant de l'artillerie américaine. — Les progrès récents, réalisés aux États-Unis dans l'artillerie de côtes, sont passés en revue dans un mémoire qu'a présenté le capitaine E. P. O'Hern à l'International Engineering Congress, lors de l'Exposition de Saint-Louis, et que reproduit le *Journal of the United States Artillery*, de janvier-février.

L'auteur expose d'abord rapidement et d'une façon générale les progrès de l'artillerie pendant ces dernières années : ils se traduisent par une augmentation de la rapidité et de la précision du tir. Ces résultats ont été obtenus, d'une part, grâce aux progrès de la métallurgie qui ont permis l'emploi d'aciers nouveaux ; d'autre part, grâce à l'utilisation du recul pour obtenir l'automatisme de la remise en batterie, de la fermeture et de l'ouverture de la culasse ; on a pu aussi rendre les opérations de pointage permanentes et indépendantes des mouvements de la pièce sur son affût.

M. O'Hern classe ensuite les différents types d'affûts de côtes et fait ressortir leurs avantages et leurs inconvénients.

La tendance aux États-Unis, où cette question de la défense des côtes a une très grande importance, est d'abandonner les tourelles pivotantes ou à éclipse, ainsi que les pièces sous casemate, et d'adopter les pièces à affût fléchissant. Dans ce type, la pièce s'affaisse sur son affût aussitôt après le départ du coup. On part de ce principe que les chances, pour une batterie, d'être atteinte par un navire ennemi, sont d'autant plus grandes qu'elle est plus visible. A ce point de vue, la pièce fléchissante qui ne dépasse la crête rectiligne du parapet que pendant une fraction de seconde, juste pendant le temps nécessaire au départ du coup, ne laisse rien à désirer. La protection est obtenue par son invisibilité même et par un épais parapet en béton s'élevant fort au-dessus de la plate-forme. Les opérations du pointage (sauf pour le pointage direct qui est fait par un seul servant sur une des deux plates-formes situées de part et d'autre de la pièce, seules parties saillantes au-dessus du parapet) et celles du chargement se font complètement à l'abri et, par conséquent, avec tout le sang-froid et le calme nécessaires à la précision du tir.

La disposition de l'affût fléchissant serait aussi, de beaucoup, la plus économique. Son seul inconvénient sérieux est la complication plus grande qu'apporte le mécanisme d'abaissement de l'affût.

Dans la suite de l'article sont décrits, comme appartenant à ce type, les canons de petit calibre (6 pouces et au-dessous) dont le chargement peut se faire à la main en fractionnant la charge, puis les canons de gros calibre (8 pouces et au-dessus) dont le chargement est fait mécaniquement.

La description du canon de côtes de 12 pouces (30 centimètres de diamètre), modèle 1901, est donnée en détail.

Le poids de l'affût sur sa plate-forme est de 230 tonnes et son déplacement circulaire peut être réalisé facilement par deux servants. La pièce tire un projectile de 453 kilogr., avec une vitesse initiale de 793 mètres par seconde. La vitesse de tir maximum est de un coup toutes les cinquante-deux secondes ; la précision permet de compter que deux coups sur trois atteignent un cuirassé se trouvant à une portée inférieure à 8 kilom. La portée maximum est de 13 kilomètres.

L'affût coûte 200 000 francs, la pièce autant et la plate-forme environ 250 000 francs.

Les dispositions caractéristiques de cette pièce sont : l'emploi de moteurs électriques à vitesse variable pour les manœuvres, possibilité de faire ces manœuvres à la main à n'importe quel moment sans troubler le fonctionnement électrique, emploi du viseur télescopique (*) évitant les erreurs de pointage dues à l'accommodation, pointage direct indépendant et mise de feu avec commande directe de tous les mouvements par le pointeur, mise de feu électrique ou par étoupe, appareils de sécurité évitant les mises de feu prématurées, graissage automatique par l'huile sous pression de toutes les parties frottantes, remise en batterie automatique par contrepoids et ressorts en 4,8 secondes.

(*) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 26, p. 436.

CONSTRUCTIONS CIVILES

Les gaines à fumée dans les habitations. — Dans une étude publiée par la *Revue d'Hygiène*, de mars, M. VAILLANT, architecte, examine les modifications qui ont été apportées dans le rôle des conduits à fumée par l'adoption toujours plus fréquente, pour le chauffage des habitations, des appareils à combustion lente et continue, dits « appareils économiques ».

Il ne suffit plus, en effet, de se mettre en garde, dans l'établissement des conduits de fumée, contre les dangers du feu, mais encore et surtout contre les insuffisances de combustion. L'auteur rappelle les principaux facteurs qui agissent sur le cheminement des gaz à température peu élevée dans les tuyaux : influence du voisinage et des localités qu'ils traversent, influence de la température, du soleil et des vents, pertes de charge résultant de certaines dispositions ayant trait à la section, à la forme, à la hauteur des tuyaux. Il aborde ensuite la question de la qualité et de l'état des matériaux qui constituent ces conduits ; il estime que les matériaux poreux et épais doivent être préférés aux matériaux denses, comme laissant aux fumées, à épaisseur égale, la plus grande partie des calories nécessaires à leur cheminement et comme isolant le mieux les localités qu'elles traversent contre les excès de température que les fumées peuvent leur transmettre.

M. Vaillant juge indispensable de protéger les poteries contre les percussions par un enduit en plâtre d'une épaisseur d'au moins 0^m05 et de supprimer les emboitements réglementaires dont l'assemblage est, d'après lui, impossible et inutile : les crevasses et les trous offrent seuls un réel danger et doivent être rigoureusement bouchés dès qu'ils sont reconnus. Il est d'avis que les constructeurs d'appareils doivent prendre leur part des responsabilités qui incombent aux propriétaires et aux architectes ; ils apporteront tous leurs soins à l'étude et à l'organisation des appareils de chauffage qu'ils installent, afin de les soustraire aux influences pouvant agir sur la marche du foyer et sur l'ascension des fumées, influences d'autant plus à redouter que le tirage est plus faible.

L'auteur insiste enfin sur la nécessité de ne changer aucune des parties d'un appareil de chauffage sans s'assurer que les autres parties sont organisées de manière à répondre aux conditions de celle qu'on transforme.

Planchers de magasin à grande portée en béton armé. — On vient de construire à Los Angeles (Californie) un magasin de 32 mètres de largeur sur 46 mètres environ de longueur, entièrement en béton armé. M. L. J. MENSCH, constructeur de ce magasin, a donné de sa construction une description publiée par l'*Engineering News*, du 20 avril.

Le toit, presque horizontal est constitué par une série de poutres qui supportent des appareils de levage et deux galeries latérales de 4^m80 de largeur chargées à 700 kilogr. environ par mètre carré établies à mi-hauteur. Ces poutres sont espacées de 5 mètres, ont 2 mètres de hauteur au milieu et 0^m35 d'épaisseur et sont convenablement renforcées. Les murs en blocs de béton creux sont aussi renforcés de tiges d'acier. D'autres poutres longitudinales réunissent les premières et soutiennent le toit proprement dit qui est aussi en béton armé.

CHIMIE INDUSTRIELLE

La protection du cuivre et du bronze contre les corrosions par l'eau de mer. — L'emploi déjà ancien du cuivre et du bronze pour la fabrication de nombreux organes des navires exposés à l'action de l'eau de mer (dès 1760, on employait, dans la marine anglaise, des revêtements en cuivre pour empêcher les dépôts parasitaires sur les coques des navires) n'en est pas moins entravé par la corrosion rapide de ces métaux. Les palliatifs essayés au cours du siècle dernier, soit l'emploi du cuivre très pur, soit l'invention d'alliages qui auraient dû être inattaquables, soit le revêtement au moyen de résineux, d'asphalte, etc., soit l'étamage des pièces, n'ont remédié que très partiellement au mal.

Un Ingénieur de la marine, M. UTHEMANN, rend compte dans la *Zeits. der Ver. deutsch. Ing.*, du 6 mai, d'expériences faites sur la protection de pièces en cuivre ou en laiton, et notamment de tubes, où la protection est réalisée par l'insertion dans le tube d'un ruban en tôle de fer disposé en spirale.

On a constaté, aussi bien dans un bain immobile que dans un courant d'eau de mer entretenu par

une pompe, la protection (déjà signalée autrefois par Davy) qu'exerce ce fer sur les parties de cuivre voisines, en constituant un couple galvanique où le cuivre forme l'élément électro-négatif et est soustrait à l'oxydation.

Les tableaux numériques réunis par l'auteur font ressortir ces résultats d'une manière très sensible.

Créosotage des bois. — M. O. T. DUNN résume, dans l'*Engineering News*, du 27 avril, un article du *Polytechnic* sur les méthodes et prix du traitement des bois par la créosote.

Après avoir indiqué la source et les propriétés de la créosote, l'auteur décrit les procédés de traitement des bois.

On chauffe d'abord ces bois, dans des cylindres clos de 1^m80 à 2^m90 de diamètre et de 30 à 45 mètres de longueur où l'on introduit de la vapeur à 0^m7-2^m8, suivant les dimensions des bois, pour les stériliser et chasser l'humidité de la sève, sans dépasser 165 degrés, car cela détruirait leur résistance. On fait ensuite le vide dans les mêmes cylindres, tout en maintenant la température, en faisant passer la vapeur par des serpents à l'intérieur des cylindres ; on assèche ainsi complètement le bois et on vide les cellules pour l'injection ultérieure. On fait alors entrer la créosote à 66 degrés puis on la chauffe à 100 degrés et on la soumet à une pression de 7 kilogr. à 10^m5, pour forcer l'entrée des cellules, jusqu'à ce que la quantité de créosote introduite montre que la pénétration est suffisante. La durée du traitement varie de trois à trente-six heures.

L'auteur termine en indiquant les prix de revient de ce traitement.

MINES

La roche explosive de la Nouvelle-Galles du Sud. — Le 15 décembre 1904, une explosion formidable se produisit dans la mine New Hillgrove (Nouvelle-Galles du Sud) ; ses effets se firent sentir à la surface dans un rayon de 2 à 3 kilom. et à plus de 600 mètres au-dessus du point où elle se produisit. Cette explosion était due à l'éclatement d'une certaine roche schisteuse.

Dans l'*Engineering and Mining*, du 30 mars, M. J. B. JAQUET consacre une étude aux roches explosives, telles que certains quartz, hornblendes, schistes ou trapps qui se rencontrent à peu près dans toutes les parties du monde et éclatent, à la façon d'une arme batavique, sous le choc de la masse ou du pic ; il étudie plus particulièrement la roche de la mine New Hillgrove, laquelle a déjà fait l'objet de plusieurs recherches dans ces dernières années, et les causes très discutées auxquelles il convient d'attribuer cette propriété singulière.

Cette roche est un schiste plus ou moins altéré et imprégné de silice ; sa couleur est foncée et elle est traversée par de nombreuses fissures dirigées dans tous les sens et souvent enduites d'une légère couche de calcite. Quand elle reçoit le choc du marteau, surtout après qu'elle a été longtemps exposée à l'air, elle éclate et donne un grand nombre de fragments qui sont projetés dans toutes les directions et qui présentent une cassure conchoïdale.

La vitesse de projection peut atteindre plusieurs centaines de mètres par seconde.

Des trois causes auxquelles il est possible d'attribuer la propriété explosive : tension moléculaire, gaz occlus, compression de la roche entre ses éponges, la première seule fournit une explication satisfaisante.

L'auteur termine cette étude par l'exposé des précautions à observer pour éviter les accidents, d'ailleurs assez rares, dus aux explosions de ces roches, bien que le plus souvent elles ne puissent être prévues. On constate cependant qu'elles se produisent généralement après le tirage des mines, de préférence aux grandes profondeurs et quand on fait tomber les parties formant voûte à un certain niveau trop près du niveau immédiatement supérieur. Des sections de galeries aussi réduites que possible et des palissades en madriers de bois tendre, étayées par des boisages en bois dur, conviennent plus particulièrement dans les mines où l'on rencontre de pareilles roches.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

L'importance relative des différentes surfaces de chauffe dans les locomotives. — Dans un mémoire étendu que publie la *Zeits. des Ver. deutsch.*

Ing., des 6 et 13 mai, M. STRAHL étudie la combustion et l'utilisation de la chaleur produite dans un foyer de locomotive, et pose les questions suivantes :

Quelle est l'importance relative des surfaces de chauffe directe et indirecte, au point de vue de la vaporisation ?

Quelle influence ont respectivement les surfaces de grille et de chauffe sur la capacité de vaporisation de la chaudière ?

Quels sont la température du gaz et le coefficient de transmission calorifique sur différents points du faisceau tubulaire ?

En quel point doit-on placer un surchauffeur Pielock (1) et quelles dimensions doit-on lui donner ?

Avant d'aborder ces sujets, M. Strahl étudie assez longuement les gaz de combustion, leur chaleur spécifique et leur pouvoir calorifique, puis les températures obtenues pratiquement dans les foyers de locomotives, les coefficients de transmission de la chaleur dans la chaudière, etc.

Pour une locomotive compound de l'État prussien, il donne les chiffres suivants :

Surface de grille	mètres carrés.	2,27
Surface de chauffe	{ directe . .	8,98
	{ indirecte . .	409,00

Proportion de l'activité des surfaces :

Directe	%	29
Indirecte	%	35
Pertes	%	36

TOTAL % 100

Décomposition des pertes :

Par chaleur entraînée au dehors	%	20
Par l'oxyde de carbone qui ne brûle pas entièrement	%	3
Par manque de combustion de parcelles de charbon	%	8
Par rayonnement	%	5
TOTAL	%	36

En ce qui concerne le surchauffeur Pielock, l'auteur conclut que sa surface doit être décuple de celle de la grille et qu'il faut le placer de façon à recevoir les gaz de combustion à 700 degrés environ.

En terminant, il compare un certain nombre de locomotives au moyen de la formule $q = \frac{d \cdot t}{s}$;

où d = diamètre des roues motrices.

t = effort de traction maximum mesuré à la jante des roues, en tonnes.

s = surface de grille en mètres carrés.

Dans ces conditions, les valeurs de q calculées pour ces locomotives permettent de comparer les consommations de charbon par mètre carré de grille, à égalité de pression de vapeur et de nombre de coups de piston par minute, comme le montre M. Strahl, qui conclut en donnant 4 à 6 comme meilleure valeur du rapport q .

TRAMWAYS

Tramway électrique à adhérence et à crémaillère, de Stansstad à Engelberg (Suisse). — La ligne de tramway, longue de 22^{km} 5, qui réunit Stansstad à Engelberg, en passant par Obermatt, présente une section à crémaillère de 1500 mètres de longueur, avec des rampes qui atteignent 25 %, intercalée entre deux sections à adhérence, où les rampes ne dépassent pas 5 %.

Depuis 1898, les voitures étaient équipées de deux moteurs triphasés de 30 kilowatts, et circulaient sur toute la ligne ; sur la section à crémaillère, une locomotive spéciale, avec deux moteurs de 60 kilowatts, leur venait en aide. Mais la vitesse restait partout inférieure à 20 kilom., et l'emploi de la locomotive de renfort entraînait des retards et des complications dans le service.

Aussi a-t-on équipé une nouvelle voiture qui peut circuler seule de bout en bout, avec deux vitesses différentes.

Le programme imposé au constructeur de cette voiture, que décrit M. BURKARD dans la *Schweiz. Bauzeit.*, du 20 mai, était : propulsion de la voiture, chargée de 56 personnes, soit en tout 20 tonnes, à la vitesse de 35 kilom. sur rampes de 3 %, et de 22 kilom. sur rampes de 5 %.

On voulait en outre, malgré le manque d'espace sous un bogie, à voie de 1 mètre, où les essieux n'ont que 1^{er} 80 d'écartement, combiner une mise en prise de chaque moteur avec la crémaillère pour assurer la propulsion autonome du véhicule sur cette section, avec une vitesse de 6^{km} 5.

La caisse de la voiture repose donc sur deux bogies, dont l'un est muni de deux moteurs triphasés spéciaux, et porte différents freins automatiques ou non. Les moteurs attaquent les essieux, par l'intermédiaire d'engrenages à chevrons, et commandent aussi des roues dentées qui, par la manœuvre d'un embrayage, peuvent être mises en prise à la fois avec la crémaillère et avec les moteurs.

Les détails de la construction des moteurs, l'évaluation de leur puissance et la disposition des organes sur le châssis du bogie sont expliqués dans l'article de M. Burkard, qui termine en évaluant à une heure au lieu de une heure et demie la durée du trajet dans ces conditions, et en insistant sur les économies que donnera la suppression de la machine de renfort.

TRAVAUX PUBLICS

Irrigations dans l'Ouest-Canadien. — Le renchérissement des terres de l'ouest, aux États-Unis, par suite de leur mise en valeur, a déterminé une émigration de ces provinces vers le Canada de l'ouest qui est en train de dépasser le rendement en grains des trois États agriculteurs des États-Unis : Minnesota et Dakota du nord et du sud.

Ce mouvement d'émigration est facilité par la Compagnie du Canadian Pacific Railway qui accorde des avantages pour l'exploitation des terres qui lui ont été concédées. La concession vient d'être modifiée et comprend actuellement 1 200 000 hectares formant une bande de 40 kilom. de largeur le long de la voie.

La Compagnie a projeté, pour mettre en valeur ces terrains, un système d'irrigation qui embrasse le tiers de leur surface et qui, actuellement, est en partie établi.

L'*Engineering News*, du 27 avril, donne la description de ce système, des canaux et des particularités de construction, des prises d'eau et déversoirs, ouvrages qui tous sont construits exclusivement en bois ; il donne, en outre, quelques renseignements concernant les prix de ces travaux.

Route pour la circulation à grande vitesse du parc de Boston (États-Unis). — Les routes les plus agréables au point de vue sportif pour la conduite des voitures demandent une certaine élasticité qui est incompatible avec la dureté indispensable aux routes à grand trafic.

C'est pour cette raison qu'on a été amené à créer à Boston, dans un parc qui longe la rivière Charles, et à côté de la route ordinaire, une route exclusivement sportive pour la conduite des voitures à grande vitesse.

Cette route, décrite dans l'*Engineering Record*, du 29 avril, mesure 15 mètres de largeur, 1 600 mètres de longueur ; elle est en courbe très peu accentuée. Elle n'a pas d'autre issue, en dehors de ses extrémités, qu'une sortie sur la route ordinaire pour le retour des voitures, la conduite dans les deux sens étant interdite, et une seconde entrée à 200 mètres environ du départ.

L'auteur examine la construction de ces routes et spécialement de la route de vitesse, ainsi que les dispositions adoptées pour leur arrosage et pour l'écoulement des eaux.

Ouvrages récemment parus.

Fabrication de l'acier, par H. NOBLE, Ingénieur des Arts et Manufactures, ancien chef de service d'aciéries. — Un volume in-8° de 614 pages, avec 94 figures. — Vve Ch. Dunod, éditeur, Paris, 1905. — Prix : broché, 25 francs ; relié, 26 fr. 50.

L'intention de M. H. Noble, en écrivant ce livre sur la fabrication de l'acier, a été, il le dit dans sa préface, d'être utile aux jeunes contremaîtres qui doivent y trouver l'explication des opérations qu'ils exécutent, et aux Ingénieurs débutants qui apprendront, en le lisant, les détails pratiques, les tours de main qu'ils ne connaissent pas encore.

A ce point de vue, l'ouvrage de M. Noble pourra rendre bien des services à ceux à qui l'auteur l'a destiné. L'auteur, en effet, décrit clairement les détails de fabrication qu'il connaît pour les avoir vus lui-même, ceux principalement du procédé Bessemer-Thomas ; mais il semble qu'en dehors de ce qui touche à cette fabrication dont l'importance actuelle est de premier ordre, M. Noble ait emprunté quelque peu à des collaborateurs moins expérimentés que lui. Beaucoup de redites auraient été sans

doute pu être évitées par une bibliographie judicieuse qui, malheureusement, fait entièrement défaut. L'ouvrage eût été moins compact, mais il eût gagné en clarté ce qu'il aurait perdu en étendue.

Ces critiques d'ensemble faites, on doit reconnaître que, le *Manuel de la Métallurgie du fer* de Ledebur (1) excepté, on ne trouve dans aucun autre traité en langue française des renseignements d'un caractère essentiellement technique aussi étendus et précis que dans l'ouvrage de M. Noble.

La description de chaque opération est accompagnée de données numériques donnant le bilan de chacune d'elles au point de vue des quantités de matières, et le dernier chapitre, qui donne des renseignements sur différents prix de revient pour le lingot d'acier et la série de ses transformations en produit fini, n'est pas le moins intéressant.

Un chapitre préliminaire réunit sous une forme condensée les documents de la question et les propriétés du fer appliquées spécialement en sidérurgie. Les divers procédés de fabrication des lingots d'acier pour laminage et forge, sont exposés au point de vue pratique, plutôt que théorique, avec l'explication toute personnelle, manquant par conséquent de vue générale, des tours de main du métier. Toutefois, l'intérêt des remarques suggérées aux ouvriers et à leurs chefs se trouve dans la façon dont l'auteur les présente en s'efforçant, pour les expliquer, de rattacher les détails de la pratique à leurs principes essentiels.

L'étude des différentes méthodes de fabrication du lingot d'acier n'est pas faite uniquement au point de vue du métal, mais aussi des matériaux accessoires, de l'entretien et de la construction des appareils employés, et ce n'est pas là la partie la moins importante de la question.

A. P.

L'économie dans la chaufferie. (*Bibliothèque du Mois scientifique et industriel*). — Une brochure in-8° de 85 pages. — Prix : 2 fr. 50.

Après un aperçu sommaire des phénomènes de la combustion, un chapitre consacré aux charbons (qualités, approvisionnement et manutention), et une étude comparative des principaux types de chaudières, cette brochure expose les méthodes de chauffe et les manières d'obtenir un fonctionnement économique des générateurs.

Les primes aux chauffeurs, le contrôle du poids de charbon brûlé et d'eau vaporisé à intervalles fixes, l'emploi des indicateurs de tirage et des pyromètres, l'analyse des gaz de combustion, sont des moyens efficaces d'obtenir des économies importantes.

Theorie und Praxis der Feuerungs-Kontrolle (*Théorie et pratique du contrôle de la chauffe*), par G. A. SCHULTZE. — Un volume in-8° de 170 pages, avec 56 figures et une planche. — Seydel, éditeur, Berlin, 1905. — Prix : broché, 5 marks ; relié, 6 marks.

La surveillance méthodique de la conduite des foyers dans les installations à vapeur, surtout importantes, commence à préoccuper, et à juste titre, les Ingénieurs soucieux de sortir de la routine et d'appliquer à cette branche de l'industrie, comme à toutes les autres, les ressources de la science moderne. Aussi a-t-on, d'une part, étudié de plus près les phénomènes de la combustion et de la fumivorté ; d'autre part, créé de nombreux types d'appareils de contrôle pour chaque phase de la combustion dans un foyer de chaudière.

Ce sont ces éléments que M. Schultze a réunis dans un manuel pratique où il passe successivement en revue : les phénomènes de la combustion en général et l'influence de la proportion d'acide carbonique dans les gaz de la cheminée ; les appareils de dosage de cet acide carbonique (dosage intermittent ou continu avec enregistreur) ; les indicateurs de tirage ; les pyromètres ; l'étude du pouvoir calorifique des combustibles ; la mesure des quantités d'eau et de charbon employées dans une chaudière ; l'étude des gazogènes et des phénomènes de combustion incomplète, etc.

(1) Voir dans le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 47, p. 276, le compte rendu de cet ouvrage.

Le Gérant : H. AVOIRON.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

(1) Voir, au sujet de ce surchauffeur, le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 27, p. 428.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — Automobiles : Transports automobiles militaires. Batterie automobile de l'armée portugaise (*planche VI*), p. 89; L'-Colonel G. ESPITALIER. — Chimie industrielle : Fabrication des essences de fleurs d'orange, p. 93; Antonin ROLET. — Métallurgie : Influence de l'azote sur les propriétés des aciers, p. 95; Léon GUILLET; — Effet des très basses températures sur les propriétés mécaniques du fer et des aciers spéciaux, p. 96. — Mécanique : Parc à charbon à manutention rapide, p. 97. — Variétés : Appareil pour la vérification des engrenages, p. 99; — Projet de ligne de

chemin de fer à voie étroite, de Meiringen à Gletsch et Viège (Suisse), p. 100; — Le champignon des maisons, p. 100; — Utilisation des sels de cuivre dans la fermentation alcoolique, p. 101; — Tachymètre à liquides, p. 101.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Académie des Sciences (29 mai 1905) p. 102. — BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 103; — Ouvrages récemment parus, p. 104.

Planche VI : Tracteur à pétrole de la batterie automobile de l'armée portugaise.

AUTOMOBILES

TRANSPORTS AUTOMOBILES MILITAIRES

Batterie automobile de l'armée portugaise.

(*Planche VI.*)

Lorsqu'on examine ce qui a été fait jusqu'ici pour adapter la traction automobile aux besoins militaires, on peut être surpris des mai-

le haut état-major, qui serait seul en état de l'établir, ne semble pas absolument convaincu des ressources que l'automobilisme est appelé à lui fournir en dehors du transport individuel des généraux, et l'on a pu voir, dans les rares occasions où de timides essais de ravitaillement étaient tentés aux grandes manœuvres, que les voitures sans chevaux et les trains routiers y étaient employés dans les mêmes conditions de vitesse, de distances et de repos que les habituels véhicules à traction animale, conditions qui ne leur permettaient pas de mettre en évidence ce qui constitue précisément leurs avantages.

Le transport automobile est-il utile, est-il possible en campagne ou



FIG. 1. — BATTERIE AUTOMOBILE DE L'ARMÉE PORTUGAISE : Essais de traction à Lisbonne.

gres résultats obtenus. Non pas qu'il n'y ait lieu d'enregistrer des essais encourageants; toutefois ces tentatives sont isolées, témoignant d'efforts méritoires, mais dispersés et sans vues d'ensemble. On sent enfin qu'il a manqué une volonté directrice, capable d'orienter les recherches avec esprit de suite vers un objectif bien défini; c'est pourtant le seul moyen d'atteindre des résultats certains et cohérents.

Il conviendrait tout d'abord qu'il y eût une doctrine à cet égard. Or,

dans la guerre de forteresse? Dans quelles limites et dans quelles conditions? Autant de questions qu'il faut nettement poser, et lorsque le programme sera suffisamment précisé, on peut s'en remettre à l'ingéniosité des constructeurs du soin d'y satisfaire. Les ressources de l'industrie automobile sont aujourd'hui assez variées, assez souples, pour qu'on puisse envisager avec confiance un succès rapide, que sanctionneront des expériences méthodiquement conduites.

Nous n'avons pas la prétention de formuler ce programme, mais il

est permis d'insister sur la nécessité de prendre parti et d'introduire résolument l'automobilisme à l'armée.

Certes, les chevaux en chair et en os sont d'admirables machines motrices. Ils affrontent les chemins les plus mauvais, voire même les champs et les terres labourées. Ils franchissent, d'un coup de collier, des obstacles devant lesquels, sans doute, des tracteurs mécaniques s'arrêteraient impuissants. Encore ne faut-il pas s'exagérer cet avantage, car les facultés de franchissement de l'animal ont pour limite celles de la voiture qu'il traîne.

On peut dire aussi qu'un cheval tué ne paralyse pas tout l'attelage, tandis qu'au moindre accrocs c'en est fait de l'automobile.

Mais de ces objections, et de beaucoup d'autres qu'on pourrait formuler, tout ce que l'on peut conclure, c'est que l'automobile ne saurait se substituer partout et toujours au tracteur animal. Aussi bien n'a-t-il jamais été question d'aller jusque-là. Son introduction dans les services de l'armée ne s'en imposera pas moins, quoi que l'on fasse, par la force des choses et par suite même de l'énormité des armées actuelles. Le nombre des chevaux nécessaires pour leur seul ravitaillement sera tellement considérable qu'on pourra à peine y pourvoir en mobilisant toutes les ressources d'un pays et que, si l'état de guerre se prolonge, il faudra des efforts surhumains pour combler l'inévitable déchet que les fatigues et le feu de l'ennemi feront subir à ce contingent animal. Il est donc tout naturel de réserver les ressources en chevaux et en fourrages à la cavalerie et aux transports de première ligne, en faisant appel pour le reste à cet admirable auxiliaire que nous apporte l'automobile. Le rendement du véhicule mécanique, d'ailleurs, est beaucoup plus grand, à puissance égale, étant entendu qu'un cheval ne travaille que pendant un temps limité chaque jour, que sa vitesse est moins grande et que son étape est moins longue.

Enfin, si l'automobile exige un mécanicien expert qui n'a rien de commun avec le modeste cavalier du train actuellement préposé à la conduite d'un équipage militaire, on peut espérer, dans un pays aussi bien pourvu que le nôtre de voitures sans chevaux, que le recrutement des mécaniciens nécessités par les transports d'une armée ne dépasserait pas les ressources existantes.

L'objection soulevée par cette spécialisation indispensable a d'ailleurs sa contre-partie dans la réduction des effectifs humains immobilisés actuellement par les services de transport au détriment des services armés, et c'est encore une considération qui a son prix chez nous, puisque l'on se plaint que la dépopulation a une fâcheuse répercussion sur le chiffre maximum de nos effectifs.

Il y aurait donc lieu d'organiser dès à présent les transports de l'arrière, tout au moins, en y utilisant la traction mécanique, ces transports exigeant, même en l'état actuel, des routes relativement bonnes et qui seront suffisamment praticables aux convois automobiles; ceux-ci d'ailleurs, précisément parce qu'ils comporteront moins de véhicules, fatigueront les chaussées moins que les interminables colonnes attelées de chevaux.

Toutefois si la question est pour ainsi dire à l'ordre du jour, il faut bien reconnaître qu'elle n'est point résolue. Comme le faisaient remarquer dans la *Revue d'Artillerie* le commandant Ferrus et le capitaine Curey, l'emploi des automobiles de charge n'est pas encore sorti du domaine des Commissions d'expériences.

On peut citer des essais, en Angleterre, pour le transport de mitrailleuses au moyen de tricycles, en 1900. Au Salon de l'Automobile de 1902, on voyait également une mitrailleuse Hotchkiss montée sur une voiture automobile (1).

Les *Proceedings of the Royal Artillery Institution*, de janvier 1901, mentionnent également un projet de batterie automobile; et enfin, le *War Office* a organisé récemment un concours de tracteurs applicables à l'armée.

D'autre part, l'Allemagne se préoccupe également de cette application des automobiles lourdes aux services de l'arrière; la section des troupes de communication de l'armée allemande est chargée d'établir un type de véhicules appropriés aux exigences particulières de ces services, et les Ministères de la Guerre et de l'Agriculture se sont entendus pour instituer, comme le meilleur moyen de faire avancer la question, un concours de tracteurs à alcool.

Le concours (2), dont les services français de l'Intendance ont pris l'initiative, procède du même ordre d'idées.

Malheureusement, pour donner au problème sa solution rationnelle, il faudrait commencer par faire table rase de ce qui existe et concevoir de toutes pièces le système nouveau. Or, comment se résoudre à passer par profits et pertes l'énorme matériel existant?

Il y a deux manières, en effet, d'envisager les choses: On peut constituer un matériel complet de voitures indépendantes et autonomes, servant à former des colonnes de ravitaillement tant qu'elles ont à suivre une route commune, mais capables de se disperser, le moment venu, pour porter leur chargement, sans rompre charge, jusqu'aux corps destinataires; la nature des voitures automobiles, leur

vitesse, leur capacité de transport se prêteraient à l'organisation d'un pareil service. Ou bien l'on constituera de véritables trains composés d'éléments dépendants, trainés par un seul tracteur puissant, incapables sans doute de se disloquer en arrivant à proximité du front, pour rayonner vers les différents points de livraison, mais ayant pour destination des centres d'approvisionnement et de dépôt où les équipages de corps viendraient puiser, comme dans le système actuel.

Cette méthode aurait d'ailleurs l'avantage de réduire au minimum le personnel nécessaire, l'encombrement sur les routes, et permettrait une meilleure utilisation de la force motrice. Nous avons développé ces idées en décrivant ici même (3) le train Renard qui satisfait à peu près à tous les desiderata du problème.

Toutefois, un procédé aura d'autant plus de chances d'être adopté, qu'il nécessitera une dépense initiale moins considérable, en utilisant autant que possible les véhicules existants. Dans cet ordre d'idées, le problème pourrait s'énoncer ainsi: avec les voitures actuelles des équipages militaires, constituer un train et créer le tracteur qui convient à ce train.

Le problème ainsi précisé n'est pas impossible à résoudre, mais il est bon de dire que l'on ne saurait se contenter aujourd'hui d'à peu près et qu'en dehors des qualités essentielles du tracteur, le train lui-même, dans son attelage, doit bénéficier des avantages que le colonel Renard avait si judicieusement réalisés par ce qu'il appelait le *tournant correct*, c'est-à-dire que les voitures devront suivre exactement, ou à



FIG. 2. — Vue du tracteur Eugène Brillié.

peu près, la même piste. Or ces questions d'attelage, appliquées à des véhicules quelconques, sont aussi délicates à résoudre que la bonne organisation du tracteur lui-même.

Dans le train Renard, la réalisation du tournant correct est liée à l'application de la propulsion continue. Comment pourrait-on appliquer ce double principe à des voitures existantes? Ce n'est pas à nous de le dire, mais nous croyons savoir que certains constructeurs, M. Eugène Brillié notamment, ont déjà mis à l'étude des dispositifs d'attelage permettant, sans recourir à la propulsion continue, d'amener les voitures successives d'un train ordinaire à tourner à la même place que le tracteur et avec le même rayon.

C'est dans cette voie, sans doute, qu'il faudra s'orienter pour faire aboutir une réforme qui ne serait rien moins qu'une révolution dans nos pratiques militaires, et l'on peut entrevoir le moment où les transports de l'arrière seront ainsi effectués par des tracteurs sans chevaux. Mais dans quelle mesure l'automobile est-elle applicable à la traction du matériel d'artillerie lui-même? C'est ce qu'il est peut-être plus difficile de préciser actuellement.

Un officier supérieur de l'armée portugaise, le colonel du génie Carlos Roma du Bocage, a tout au moins conçu l'idée qu'on peut utiliser la traction mécanique dans la guerre de forteresse, et a obtenu de son gouvernement l'essai d'une batterie automobile destinée à la défense du camp retranché de Lisbonne. Cette tentative est pour nous d'autant plus intéressante que c'est à l'industrie française qu'on a demandé de la réaliser: les bouches à feu sont des obusiers de 150 millimètres, du système Schneider-Canet, et le tracteur a été construit par le Creusot sur les dessins de M. Eugène Brillié.

L'utilité d'un pareil matériel ressort des conditions nouvelles où se trouvent placées la défense et l'attaque des places fortes.

« La transformation subie par l'artillerie dans ces cinquante dernières années, écrit le colonel du Bocage, et le perfectionnement des armes à feu portatives ont déterminé dans l'art de la fortification une évolution dont les effets sont encore rendus plus sensibles par ce fait

(1) *Revue d'Artillerie*, t. LII, p. 297.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 24, p. 314.

(3) Voir le *Génie Civil*. Le train Renard, t. XLIV, n° 7, p. 97.

TRACTEUR A PÉTROLE, SYSTÈME BRILLIÉ
en Service dans l'Artillerie Portugaise

en Service dans l'Artillerie Portugaise

Fig. 1. Coupe longitudinale

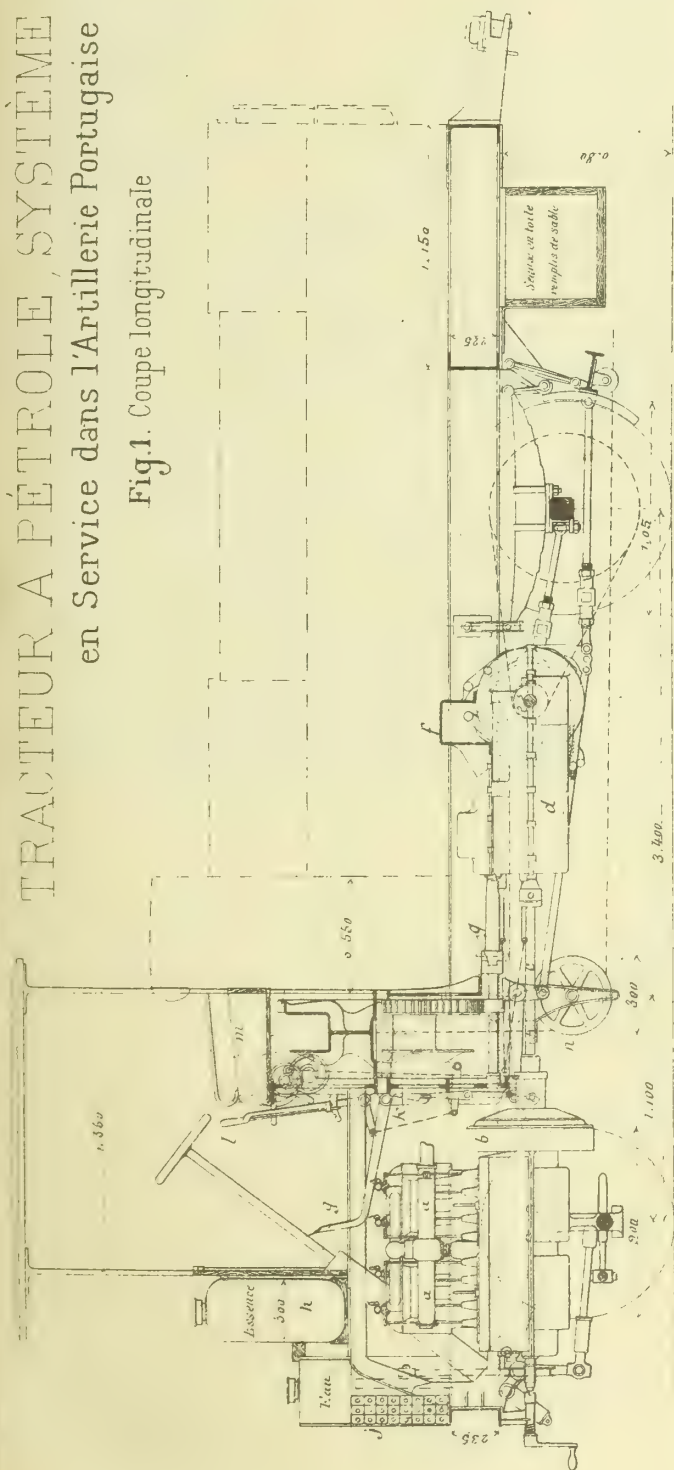


Fig. 2.

Coupe transversale
par l'essieu d'avant

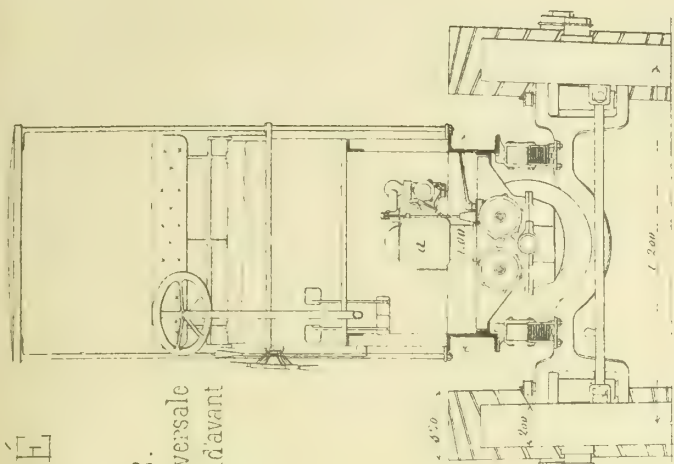


Fig. 3 et 4.
Détails du moteur



Fig.3. Coupe transversale par l'axe d'un cylindre

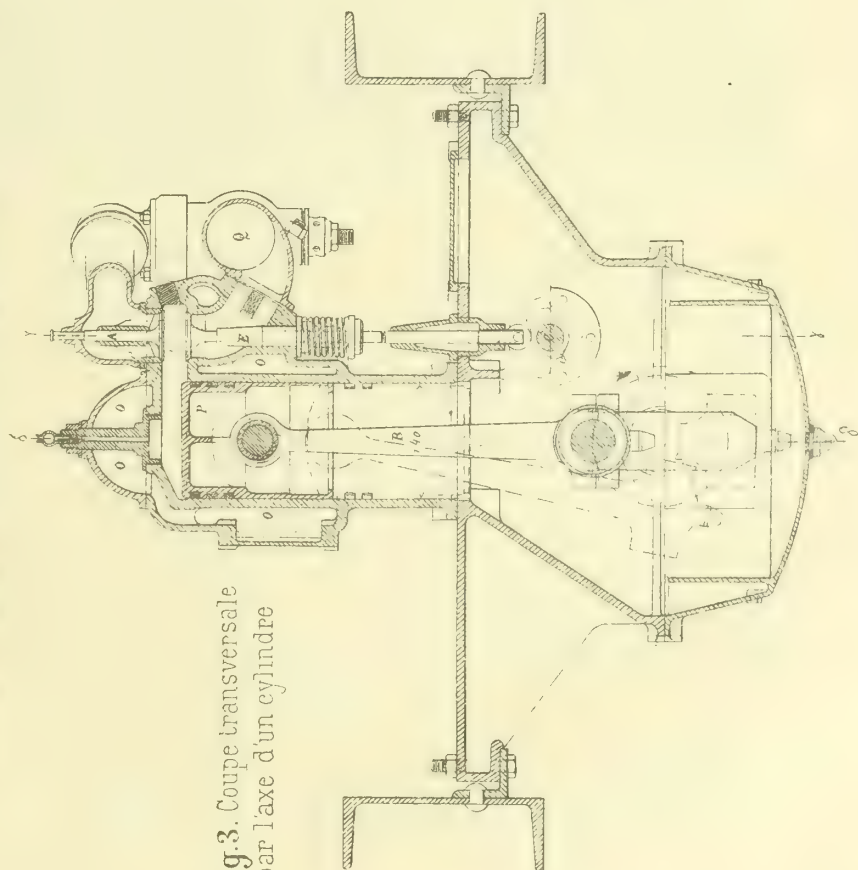
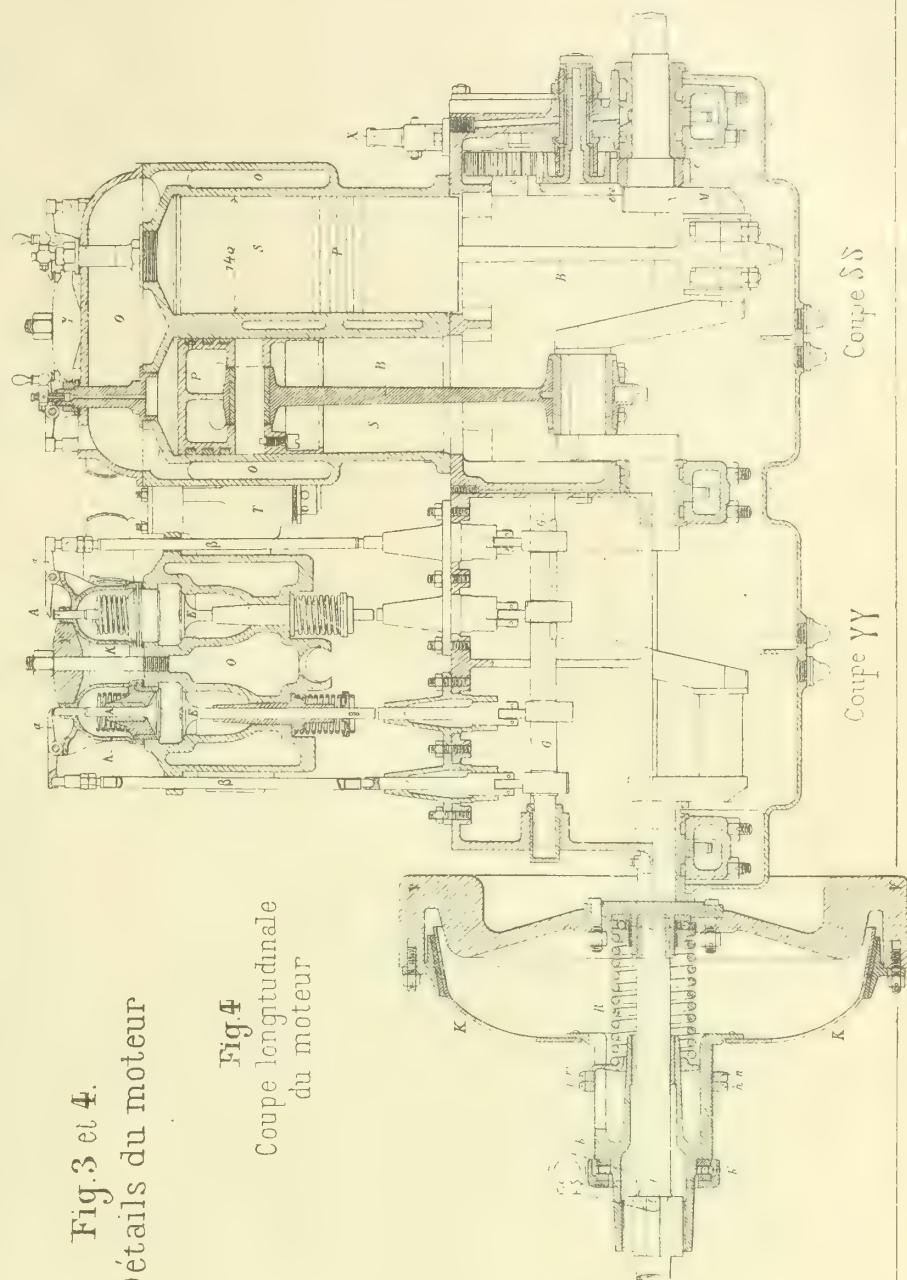


Fig.4
Coupe longitudinale
du moteur



que les effectifs des diverses armées ont fini par atteindre des proportions jusqu'ici inconnues (1). »

Ce n'est pas d'aujourd'hui que l'on se doute qu'une place forte ne doit pas se confiner dans une résistance passive et rester figée, pour ainsi dire, dans la forme immuable où l'a dessinée son primitif Ingénieur. Chez nous, le général Meusnier, d'Arçon, Lecourbe, le colonel Denfert ont suffisamment démontré la nécessité d'une défense active et de grand rayon. Toutefois, dans l'impossibilité d'avoir, sur d'aussi vastes étendues, et partout à la fois, un armement suffisant, on se trouve dans l'impérieuse obligation de donner à cet armement une mobilité extrême qui permette d'obtenir toujours, sur le point décisif, la prépondérance du feu, « sans qu'il soit nécessaire de disposer d'une quantité d'artillerie tellement considérable qu'il serait à peu près impossible de l'acquérir, de l'approvisionner et de la munir du personnel nécessaire (2) ».

Si l'on ajoute qu'il ne s'agit pas là d'artillerie de campagne, mais de pièces lourdes, on comprendra les difficultés que soulève le problème du déplacement rapide d'un pareil matériel et de son approvisionnement en munitions.

Les ouvrages fortifiés qui protègent une place peuvent à la vérité

projectile de 40 kilogr. à la vitesse de 350 mètres. En ordre de route, elle pèse 26 tonnes, en y comprenant les pièces, les munitions, le personnel, les rechanges et le tracteur.

Tout d'abord, quel genre de combustible convenait-il d'adopter ? Pendant longtemps les tracteurs routiers ont utilisé exclusivement la vapeur avec un foyer chauffé au coke et au charbon.

Ce type de machine, écrit le colonel du Bocage, n'est pas sans inconvénients au point de vue militaire. Il exige un combustible lourd et encombrant, et impose de fréquents ravitaillements en eau. On compte pratiquement, en effet, 1 kilogr. de coke pour vaporiser 5 litres d'eau et une consommation d'une quinzaine de kilogrammes de vapeur par cheval-heure, soit, avec un moteur de 25 chevaux, environ 400 litres d'eau et 80 kilogr. de combustible par heure. Il faut donc pouvoir trouver sur la route, toutes les deux heures et demie, un mètre cube d'eau relativement propre. En outre, la présence d'un foyer rend dangereux le transport des munitions sur le train et surtout sur le tracteur ; enfin, la fumée le jour, les étincelles la nuit, décèlent à l'ennemi la présence et la position du train.

Ces inconvénients ont fait accorder la préférence à un moteur à explosions qui, n'exigeant d'ailleurs qu'un approvisionnement fort



FIG. 3. — BATTERIE AUTOMOBILE DE L'ARMÉE PORTUGAISE : Essais de traction effectués entre le Havre et Harfleur.

être reliés par un véritable système de voies ferrées. Il existe, en France notamment, un matériel spécial de voie étroite, affecté à cet usage, et ce matériel rend les plus grands services, en particulier pour l'armement des forts et batteries, en même temps que pour toutes les manutentions du temps de paix. Mais, en dehors de la grande dépense qu'entraîne une pareille installation (28 000 à 30 000 francs par kilom.), pourrait-on espérer la maintenir intacte sous un bombardement énergique tel qu'il est pratiqué dans les sièges modernes ? Il n'y faut pas compter. En outre, les ouvrages solidement établis à l'avance ne peuvent constituer que des points d'appui, facilement repérés par l'ennemi ; on sera forcé, dans la plupart des cas, de placer la majeure partie de l'artillerie sur des positions dérobées et changeantes, qui ne sauraient se trouver sur le trajet d'une ligne ferrée. Les seules voies d'accès sont alors les routes ordinaires sur lesquelles la traction automobile sera avantageusement substituée à la traction animale.

C'est dans cet ordre d'idées qu'a été combinée la batterie automobile de l'armée portugaise, destinée à coopérer à la défense du camp retranché de Lisbonne.

Batterie automobile de l'armée portugaise. — Cette batterie comprend quatre obusiers Canet de 150 millimètres et de 14 calibres, tirant un

réduit de combustible et d'eau, est léger et peu encombrant. Il est à combustion interne, ne produit ni fumée, ni étincelles, et ne présente de ce chef aucun danger.

L'attention du colonel du Bocage s'était fixée sur un camion de 12 chevaux construit sur les plans de M. Eug. Brillié et qui avait pris part en 1902, au concours de l'alcool Paris-Beauvais. Des essais de traction sur matériel d'artillerie furent effectués avec ce camion traînant deux canons de 120 millimètres, un obusier de 120 millimètres et un obusier de 105 millimètres. Le poids du camion était de 4 100 kilogr. et on l'avait chargé d'un lest supplémentaire de 1 000 kilogr. Le convoi pesait en tout 15 tonnes, soit 1 250 kilogr. par cheval. A la suite de ces essais préliminaires effectués entre le Havre et Harfleur sur un parcours de 9 à 10 kilom. présentant une longue côte de 35 millimètres par mètre (fig. 3), une batterie complète, attelée d'un tracteur construit sur les mêmes principes, fut commandée en janvier 1903 à la maison Schneider et Cie. Terminée en novembre de la même année et essayée également aux environs du Havre, elle est depuis cette époque en service régulier.

Le programme imposé était le suivant :

Le tracteur devait porter une charge utile de 5 tonnes, consistant en munitions, armement et personnel : il devait en outre remorquer par simple adhérence un train de quatre obusiers de 150 millimètres, pesant au total 14 tonnes, sur des routes ne présentant pas de rampes

1 *Revista de Engenharia militar* (1904). *Baterias móveis. Sua influencia na fortificação*.
2 DU BOCAGE, loc. cit.

supérieures à 8 %, à une vitesse moyenne de 5 à 6 kilom. à l'heure, et pouvoir franchir exceptionnellement des rampes de 10 à 12 % en faisant usage d'un treuil à câble actionné par son propre moteur.

Nous allons examiner successivement les principales caractéristiques de ce matériel.

Châssis et dispositif d'ensemble. — La partie essentielle du système est le tracteur pourvu d'un moteur de 35 chevaux à 900 tours.

Le châssis, de 6 mètres de longueur et de 1 mètre de largeur (fig. 1 et 2, pl. VI), est formé de deux longerons en U d'acier de 233 millimètres de hauteur entretoisés aux deux extrémités par des U de même profil. Des entretoises intermédiaires sont en outre disposées de manière à recevoir les attaches du mécanisme. Sur l'arrière, les entretoises soutiennent un coffre contenant des seaux de sable pour les cas de patinage ou d'incendie. Ce châssis est suspendu à ressorts sur deux paires de roues en tôle rivée dont les diamètres sont respectivement de 0^m 90 pour les roues directrices à l'avant et de 1^m 03 pour les roues motrices à l'arrière. Les jantes ont 200 millimètres de largeur pour les premières et 320 millimètres pour les secondes; celles-ci sont en outre munies de nervures hélicoïdales en saillie d'environ 15 millimètres.

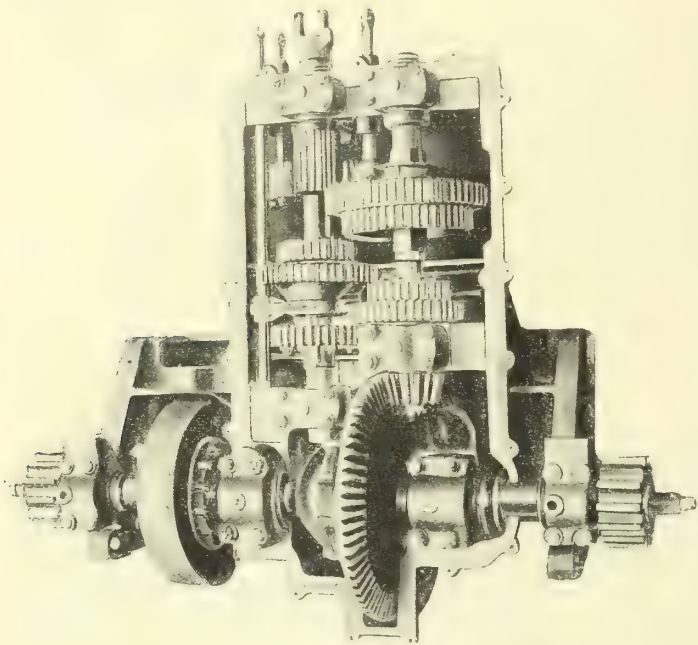


FIG. 4. — Mécanisme du changement de vitesses.

La voie, d'axe en axe, est : de 1^m 70 à l'avant et de 1^m 68 à l'arrière. L'empattement ou écartement des essieux est de 3^m 40.

Le moteur *a* (fig. 1, pl. VI) est placé sensiblement entre les roues directrices, à l'avant; il est relié par un embrayage à cône renversé *b* à un arbre *c* qui transmet le mouvement aux engrenages de changement de vitesses et de marche arrière, et par pignon d'angle à l'arbre du différentiel *e* qui commande les roues motrices par chaînes. Les chaînes employées sont du type *Varietur* au pas de 40 millimètres.

Les différentes parties du mécanisme sont enfermées dans un carter *d* fixé à un pont en acier moulé servant d'entretoise *f*. Le capot du moteur porte le plancher du conducteur plus élevé que la plate-forme de charge du tracteur; sur ce plancher se trouve le siège du mécanicien, abrité par un pavillon léger. En avant sont disposés le réservoir *h* du combustible liquide et le réservoir réfrigérant *j* ainsi que le ventilateur à circulation d'air.

Le siège lui-même est soutenu par un sommier *k* entretoisant le châssis et sur lequel sont en outre fixés les différents appareils de direction et de freinage. Ces derniers comportent deux systèmes de freins indépendants : un frein à mâchoires métalliques agissant sur une poulie solidaire du différentiel et qui est actionné par la pédale gauche *g*, puis un frein à patins agissant sur les jantes arrière et actionné par un volant placé à droite du conducteur, en *m*.

Le treuil de halage comprend un galet de guidage à gorge *n* de 32 centimètres de diamètre, suspendu par une chaise en dessous du châssis, et un tambour *t* d'enroulement actionné par le moteur au moyen d'un embrayage spécial *q*; sur ce tambour on peut enrouler 160 à 180 mètres de câble de 16 millimètres.

Moteur. — Le moteur à explosions (fig. 3 et 4, pl. VI), du type à quatre temps et à allumage électrique, comporte quatre cylindres répartis en deux groupes de cylindres jumelés fondus ensemble, avec chambre à eau commune.

L'alésage est de 140 millimètres, la course de 120 millimètres, avec une compression de 5,5. Le nombre de tours normal est de 900 développant une puissance de 35 chevaux avec un rendement du mécanisme estimé à 75 %. Les bielles de commande *B* du vilebrequin

sont articulées directement aux pistons *P* dans l'intérieur de leur vide cylindrique. Les manivelles sont, dans chaque groupe, calées à 180 degrés, les deux pistons intermédiaires marchant ensemble et en sens inverse des deux pistons extrêmes, afin d'équilibrer la marche autant que possible.

Le carburateur permet d'employer indifféremment de l'essence ou de l'alcool carburé, comme dans la plupart des moteurs Brillié. A cet effet, la colonne verticale du carburateur traverse le collecteur d'échappement *Q* (fig. 3, pl. VI) où le liquide se réchauffe, condition favorable dans le cas où l'on emploie l'alcool.

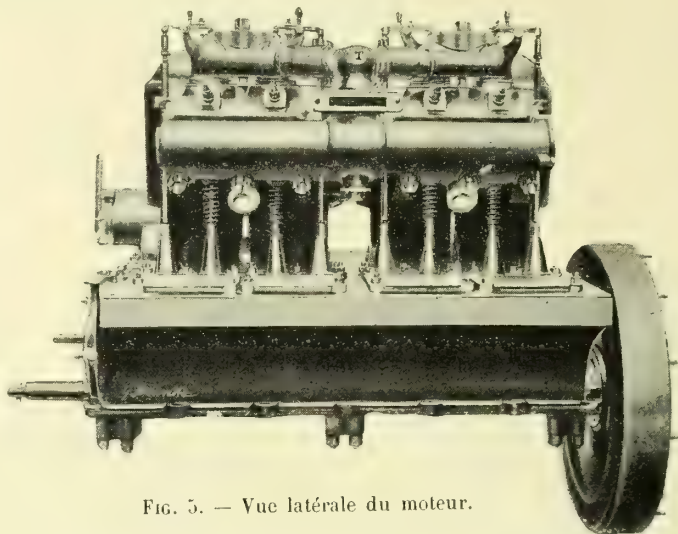


FIG. 5. — Vue latérale du moteur.

Suivant l'usage, le vilebrequin se meut dans un carter et les bielles barbotent tour à tour dans l'huile; mais pour éviter les irrégularités du graissage provenant de la dénivellation de l'huile dans le carter, lorsque la route est en forte pente, on a cloisonné le fond de la boîte de manière à isoler le liquide destiné à chaque bielle et l'huile projetée sur les parois est elle-même recueillie dans deux rigoles latérales qui la répartissent ensuite dans les quatre compartiments.

Les figures 3 et 4 (pl. VI) indiquent le dispositif adopté pour les soupapes, la soupape supérieure *A* servant à l'admission, et la soupape inférieure *E* pour l'échappement. La commande est donnée par l'arbre

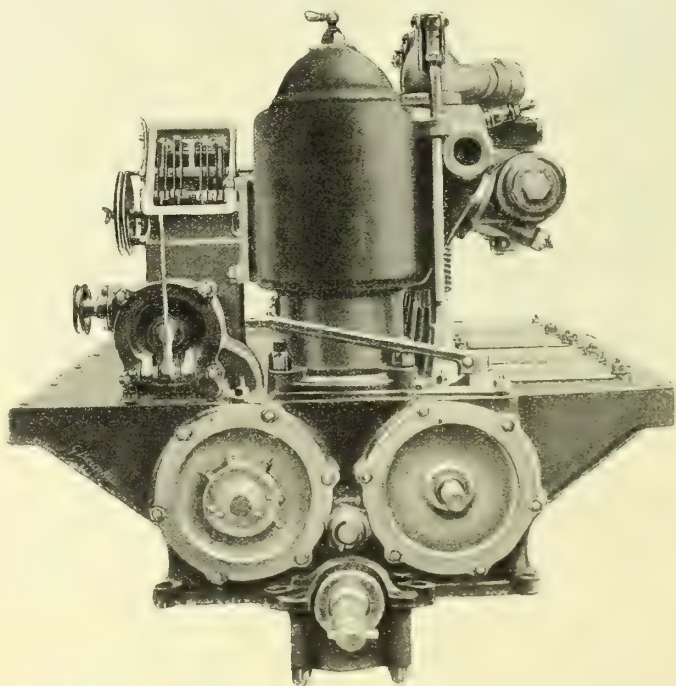


FIG. 6. — Vue avant du moteur.

à cames *GG*, tournant à demi-vitesse, grâce à l'intervention d'engrenages convenables de démultiplication.

La figure 4 (pl. VI) donne une coupe du système d'embrayage qui comprend : le volant *V* et le cône d'embrayage *K* en tôle emboutie, susceptible d'une légère déformation élastique au moment de la prise de contact et du serrage. Cette prise de contact se fait par l'intermédiaire d'un cuir de friction porté par une couronne en deux pièces, faciles à démonter pour les remplacements. Entre le volant et le cône est interposé un ressort à boudin *R* prenant appui sur le volant par une butée à billes *b*. Le débrayage se fait également par l'intermédiaire d'une butée à billes *b'* sur laquelle s'appuie le levier de manœuvre.

La boîte de mécanisme *d* (fig. 1, pl. VI, et représentée également figure 4) comprend les organes de changement de vitesses, de marche arrière et la commande du treuil. Deux trains baladeurs, donnant chacun deux vitesses, ce qui met quatre vitesses à la disposition du mécanicien, sont groupés dans le carter; suivant la commande du levier de changement de vitesses agissant sur une tringle correspondante, ces trains coulisent sur leurs arbres; tandis que l'un d'eux est complètement dégagé et libre, l'autre engrène par l'une de ses deux roues sur l'un des pignons correspondants de l'arbre moteur, et transmet le mouvement à l'arbre du différentiel.

L'embrayage de la marche arrière se fait au moyen d'un manchon à griffes commandé par une tringle de manœuvre. Un train baladeur spécial permet enfin d'engrener la roue dentée qui entraîne le tambour du treuil.

Les principales données numériques relatives au tracteur et au moteur sont groupées ci-dessous :

Répartition des poids.	Châssis	kilogr.	5 200
	Coffres et caissons	—	1 500
	Approvisionnement, outillage	—	300
	Munitions, armement, personnel	—	5 000
	Poids TOTAL en ordre de marche.	—	12 000
Empattement	—	mètres.	3,40
Voie à l'avant (d'axe en axe)	—	—	1,70
— à l'arrière —	—	—	1,68
Diamètre des roues motrices	—	—	1,05
— des roues directrices	—	—	0,90
Largeur des jantes des roues motrices	—	—	0,32
— des roues directrices	—	—	0,20
Données relatives au moteur.	Alésage	millim.	140
	Course	—	120
	Nombre de tours normal	—	900
	— minimum	—	200
	— maximum	—	1 200
Compression	—	kilogr.	5,5

Les tableaux suivants indiquent, d'une part, le rapport des vitesses que le mécanisme permet d'obtenir, ainsi que les efforts disponibles à la jante; d'autre part, les vitesses prévues suivant le profil de la route :

Vitesses et efforts à la jante.

NUMÉRO DE LA VITESSE engagée	VITESSES EN KILOMÈTRES par heure	RAPPORT DES VITESSES entre elles	EFFORT DISPONIBLE A LA JANTE en kilogrammes
1	2,376	1	2 954
2	3,346	2,23	1 312
3	9,227	3,90	760
4	14,256	6	492

La puissance du moteur est de 35 chevaux à 900 tours et le rendement supposé du mécanisme est de 75 %.

Vitesses prévues.

CHARGES ET REMORQUES	PROFIL DE LA ROUTE	VITESSES SUR ROUTE	
		SÈCHE ET DURE	MOLLE
		Coefficient de roulement : 20 kilogr. par tonne	Coefficient de roulement : 40 kilogr. par tonne
Tracteur en charge de 3 tonnes. P = 7 + 3 = 12 tonnes.	Palier.	kilom.	kilom.
	Côte de 3 %.	13	13
	— 5 —	10	8
	— 8 —	8	3,3
Charge portée : 3 tonnes. — remorquée : 8 — P = 7 + 3 + 8 = 20 tonnes.	Palier.	3	2,3
	Côte de 3 %.	2,3	2,3
	— 5 —	2,3	2
	— 7 —	2,3	2
Charge portée : 3 tonnes. — remorquée : 14 — P = 7 + 3 + 14 = 26 tonnes.	Palier.	2,3	2
	Côte de 3 %.	9,3	3,3
	— 5 —	3,3	2,3
	— 7 —	2,3	2,3
	— 9 —	2,3	2
	Treuil.	Treuil.	Treuil.

N. B. — Les vitesses réalisées aux essais ont dépassé les vitesses prévues. La consommation a été environ de 2 litres par kilom., soit 0,075 par tonne kilométrique totale environ.

Le poids total du tracteur en ordre de marche à vide est de 7 000 kilogr. et en charge de 12 000 kilogr., permettant ainsi de disposer d'un poids utile de 5 000 kilogr. Il porte 180 litres d'essence et 30 litres d'eau, suffisant pour un parcours de 80 kilomètres.

L'attelage d'une série de voitures à deux roues, par l'intermédiaire d'une seule cheville ouvrière, nécessite toujours quelques précautions qui, dans le train portugais, ont suffi à solidariser tout l'ensemble, et la conduite de ce train n'a pas présenté de difficultés particulières.

Des expériences exécutées, écrit le colonel du Bocage, il résulte que, sur une bonne route plane, résistante et non boueuse, une batterie de ce genre peut marcher à la vitesse de 5 à 6 kilom. à l'heure, cette vitesse tombant à 2 ou 3 kilom. en rampe de 5 à 7 %.

Lorsque la route devient exceptionnellement mauvaise ou que sa pente dépasse les chiffres précédents, on a recours à un procédé indirect de traction qui a permis de gravir des rampes de 10 à 12 %, et même de 20 % dans certaines expériences. Ce procédé, qui a été employé par les Anglais, au Transvaal, pour tirer de mauvais pas les trains Fowler, consiste à immobiliser le tracteur, préalablement amené en haut de la rampe, et à lui faire haler le reste du train au moyen d'un câble en acier enroulé par le moteur lui-même sur le treuil dont nous avons parlé.

« C'est de cette façon, par une pluie persistante et dans de très mauvaises conditions, que la batterie a pu monter les rampes les plus raides de la route d'Ajuda à Queluz, en allant de Lisbonne à Queluz. »

On peut également, sans dételer, amarrer le bout libre du câble à un point fixe et le tracteur se hale lui-même avec sa remorque.

Un des essais les plus caractéristiques s'est fait sur la route de Lisbonne à Mafra, dans une section particulièrement accidentée. Le tracteur, il est vrai, ne remorquait que trois obusiers; mais l'itinéraire présentait des rampes atteignant 20 % sur quelques points.

Lt-Colonel G. ESPITALIER.

CHIMIE INDUSTRIELLE

FABRICATION DES ESSENCES DE FLEURS D'ORANGER

L'extraction des parfums naturels est un art extrêmement difficile. Sauf le musc, ces parfums sont, en général, d'origine végétale, et la partie odorante et utilisable de la plante n'est pas la même pour des végétaux d'espèces différentes. Pour une même espèce, la richesse et la nature du parfum qu'on en peut tirer varient avec le degré de maturité, avec l'état d'épanouissement s'il s'agit des fleurs, avec le



FIG. 1. — Distillation de la fleur d'oranger dans une ferme.

mode de culture, l'exposition du champ, l'heure et les conditions atmosphériques au moment de la cueillette, les soins apportés à celle-ci, la durée et le mode de conservation entre le moment de la cueillette et celui de l'extraction.

La nature du parfum obtenu varie également avec les procédés, qui sont extrêmement nombreux; celui qu'il convient d'employer doit être approprié à la plante et appliqué d'une façon judicieuse pour éviter les mécomptes.

A cet égard, on peut dire que le traitement des fleurs d'oranger est un des plus simples, car il ne comprend, en réalité, qu'une simple distillation en présence de la vapeur d'eau. Comme on le verra plus

loin, ce traitement présente cependant encore de très nombreuses difficultés.

D'une façon générale, l'extraction par distillation ne s'applique qu'aux matières susceptibles de fournir une huile essentielle qu'une température élevée et la vapeur d'eau (qui produit une saponification dans certains cas) n'altèrent pas.

Pour les fleurs, le procédé n'est guère applicable qu'à l'oranger, le rosier et l'ylang, et encore, comme d'ailleurs pour tous les parfums tirés des fleurs, les produits obtenus n'ont jamais le *fleuri* et la suavité de la fleur elle-même.

En théorie le procédé consiste à placer la substance aromatique dans un alambic avec de l'eau et à soumettre le tout à une distillation ménagée. La réussite demande cependant un tour de main spécial.

Il faut d'abord distiller à aussi basse température que possible, commencer la chauffe très doucement, la pousser un peu seulement vers la fin et condenser très rapidement par une réfrigération énergique.

Tous ces soins peuvent être apportés en utilisant un alambic ordinaire, analogue à celui qu'emploient les vignerons pour brûler le vin, pourvu qu'une attention soutenue soit apportée à la conduite de l'appareil.

C'est un travail dont s'acquittent très bien les cultivateurs de fleurs des Alpes-Maritimes, quand les circonstances les y obligent, et notamment cette année, car la récolte a été peu abondante : les gelées des 1^{er} et 2 janvier ayant entièrement détruit les jeunes pousses dans certains districts, et les producteurs réclamant 1 fr. 50 à 1 fr. 75 par kilogr. de fleurs.

Le matériel, dans ce cas, est très peu compliqué et on ne voit pas pourquoi les syndicats agricoles de la région ne pourraient pas louer à leurs membres les appareils nécessaires, comme cela se pratique pour les batteuses et les autres machines agricoles.

Les alambics peuvent être très différents de forme, mais il convient qu'ils soient en cuivre étamé à l'étain fin inaltérable et de nettoyage facile, pour ne pas garder le goût des opérations antérieures. En général, l'appareil employé dans les fermes (fig. 1) est plus élevé que celui qui sert à brûler le vin, et la chaudière présente au feu une moins grande surface; le plus souvent on le chauffe au bois.

Le poids de fleurs introduit dans un alambic de grandeur ordinaire est de 40 kilogr. auxquels on ajoute une fois à une fois et demie autant d'eau, soit 40 à 60 kilogr. Il faut éviter de mettre trop peu d'eau, car on risquerait de brûler la matière, surtout vers la fin de l'opération, et de communiquer une odeur empyreumatique aux produits recueillis. Par contre, une trop grande quantité d'eau expose à des pertes.

L'important est de conduire modérément le feu et de ne l'activer que vers la fin, d'éviter les à-coups, les soubresauts résultant de l'ébullition et pouvant projeter des matières solides dans le col de cygne, d'évacuer les vapeurs le plus rapidement possible, et enfin de les condenser très vite.

La vapeur d'eau formée entraîne mécaniquement celle d'essence, qui déjà, d'ailleurs, vers 100 degrés a une tension assez élevée; le mélange d'eau et d'essence se condense dans le serpentin. On recueille ainsi deux produits : une huile essentielle, l'essence de fleurs d'oranger proprement dite ou *néroli*, et l'eau de fleurs d'oranger, qui est de l'eau saturée de cette essence, laquelle y est d'ailleurs très peu soluble.

Le *néroli* est employé dans la parfumerie sous forme de mélange dans les produits commerciaux qui sont toujours très complexes : c'est ainsi qu'il entre dans la composition de l'eau de Cologne à laquelle il donne la *fraîcheur*.

Le *néroli*, plus léger que l'eau, s'en sépare facilement sous forme d'un liquide huileux, vert brunâtre, formant une couche mince à sa surface. Pour obtenir aisément les deux produits, *néroli* et eau, on fait arriver le mélange condensé dans un récipient florentin en verre U (fig. 2); l'eau s'écoule goutte à goutte de ce vase par son col de cygne (fig. 4), le *néroli* qui s'accumule dans le col large est retiré avec une petite pompe, une pipette ou mieux encore au moyen d'une tubulure latérale (fig. 3) placée à une hauteur convenable par laquelle il s'évacue d'une façon continue.

Avec ces dispositions, l'eau peut retenir de fines gouttelettes de *néroli*, dues à ce que le mélange, tombant dans le vase, y pénètre à une certaine profondeur; les gouttelettes de *néroli* restent alors main-

tenues en suspension par capillarité en raison même de leurs petites dimensions. On obvie partiellement à cet inconvénient en plaçant un petit flotteur dans le col, ou en faisant arriver le mélange par un entonnoir muni d'une douille longue et recourbée vers le haut (fig. 3). On peut encore disposer plusieurs récipients florentins en cascade l'un au-dessous de l'autre, ou employer l'essencier Piver, dont les huit compartiments disposés en chicane (fig. 5 et 6) agissent comme huit vases florentins.

Un premier perfectionnement de l'appareil assez primitif que nous venons d'indiquer, consiste à placer les fleurs dans un panier métal-

lique à claire-voie, de façon à éviter d'abord que, par suite d'un coup de feu, les fleurs ne brûlent au contact des parois trop chaudes; ensuite, qu'il n'y ait aucune projection de matières solides dans le serpentin par suite des soubresauts.

Pour mieux récupérer les produits, on a encore imaginé de transformer le réfrigérant en une série de vases indépen-

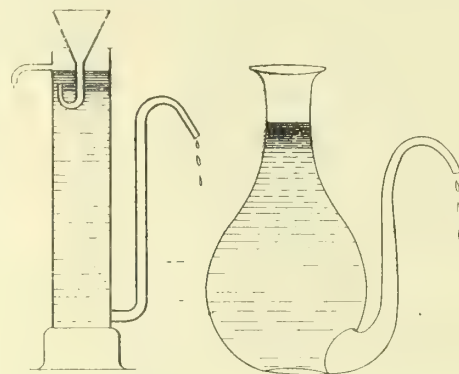


FIG. 3 et 4. — Réipients florentins.

dants et fonctionnant successivement et séparément comme les récipients florentins. Bien que les portions d'essence qui distillent dans les premiers moments soient de meilleure qualité, il ne paraît pas y avoir grand intérêt à fractionner les prises. Des expériences de distillation dans le vide n'ont pas montré non plus que ce procédé fût plus avantageux que le traitement ordinaire. Malgré la suppression, avantageuse au point de vue de l'exactitude de l'odeur, de l'action oxydante de l'air, l'adjonction d'une pompe à air est, en effet, une grande complication, pour les petits appareils du moins.

Un système de siphon adapté à la chaudière permet le retour des petites eaux dans l'alambic dès qu'elles sortent du col de cygne du récipient florentin.

Lorsqu'on se propose de produire uniquement le *néroli*, sans eau de fleurs d'oranger, les petites eaux étant saturées d'essence, il est préférable de charger l'appareil avec elles : on évite ainsi la perte qui résulterait de l'emploi d'eau pure. L'industriel qui distille pour les particuliers le sait bien, car il conserve l'eau pour prix de son travail. On a pu constater ainsi, selon qu'on retournait ou non les petites eaux, une différence de un quart à un demi-gramme de *néroli* par kilogramme de fleurs, proportions énormes, puisque 1 kilogr. de fleurs ne donne au maximum que 2 grammes de *néroli*.

C'est la disposition précitée que montre en L la figure 2. L'appareil qu'elle représente fait voir, en outre, quelques détails intéressants. Le

panier à claire-voie M ne plonge pas du tout dans l'eau, ce qui revient en définitive à distiller au moyen de la vapeur, et évite absolument toute élévation de température au-dessus de 100 degrés; cette disposition a l'avantage de fournir un parfum plus fin.

Le vase extractif, imaginé par M. Egrot, est placé dans certains appareils, au-dessous du panier, pour recueillir et expulser au dehors les matières visqueuses des fleurs pouvant avoir une mauvaise influence sur le parfum de l'essence extraite.

Pour faciliter la vidange, la chaudière se renverse en avant par un système de bascule dont la commande est en H. Ce basculement s'ob-

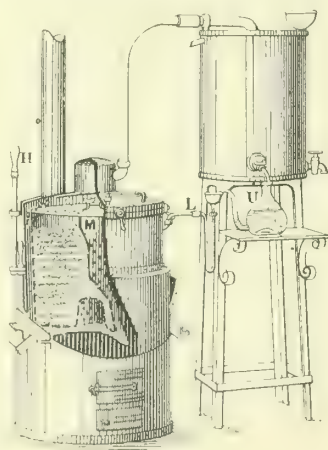


FIG. 2. — Appareil à distiller la fleur d'oranger, système Egrot.

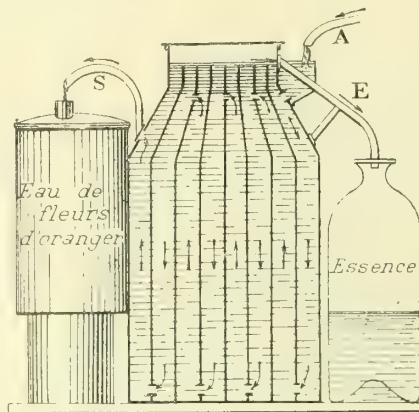


FIG. 5 et 6. — Coupe et plan d'un essencier, système Piver.

tient mécaniquement dans les appareils à grande production et à chauffage par la vapeur qu'emploient les industriels.

Dans tous ces appareils, il importe avant tout d'avoir des joints commodes, rapides, étanches et faciles à nettoyer. Cette nécessité a donné naissance à un grand nombre de systèmes de fermeture brevetés ou non, dont quelques-uns sont très pratiques, mais ils ne sont guère utilisés que sur les appareils très perfectionnés et à forte production.

La forme des serpentins dans ces derniers a été également étudiée pour éviter les obstructions et permettre un nettoyage facile. En somme, on a cherché à donner à l'opération le caractère industriel qui lui manquait; la question est, en effet, de première importance, si l'on songe que la seule région de Grasse, centre principal de la production du néroli et de l'eau de fleurs d'oranger dans le monde, traite jusqu'à 2 500 000 kilogr. de fleurs par an.

Les récentes recherches de MM. E. Charabot et G. Laloue montrent que la production d'essence dans la fleur est plus active lorsque l'organe est en plein développement qu'à un stade antérieur. C'est un point dont il faut tenir compte au moment de la cueillette. Il importe, d'ailleurs, de traiter les fleurs aussitôt qu'elles sont coupées, ou tout au moins de les conserver sèches : une récolte moisie est une récolte perdue.

Le rendement est de 1 gramme, 1 gramme et demi et quelquefois 2 grammes d'essence par kilogramme de fleurs. Pour une même saison et une même variété, il existe, en effet, des différences suivant les districts. Le rendement est plus faible au début de la récolte. Les expositions au Midi, à l'abri, sont les plus favorables. C'est d'ailleurs, une règle générale pour les plantes à huiles volatiles.

Cette année, on espère vendre le néroli de 500 à 600 francs le kilogramme. Quant à l'eau de fleurs, elle est livrée au détail au prix moyen de 60 centimes le litre. On en tire environ 30 litres par 60 litres d'eau ajoutée. Après l'avoir filtrée, on la conserve dans des cuves en cuivre étamé. Souvent, par un repos prolongé, elle abandonne encore une certaine quantité de néroli. Ce dernier doit être placé dans des récipients complètement pleins et bien bouchés, qui sont ordinairement en cuivre étamé. La lumière, l'oxygène de l'air, l'humidité, doivent être évités; si l'on emploie des flacons en verre, il est préférable de les envelopper de papier noir.

Il serait intéressant de rechercher si l'on ne pourrait pas tirer parti à la ferme du résidu solide de la distillation. M. Gagnaire, président de la Coopérative des Producteurs de fleurs d'oranger, se propose d'étudier cette question.

Les feuilles de l'oranger, de même que les fruits, d'ailleurs, contiennent également une essence odorante; aussi, parfois, à l'époque de la taille, distille-t-on les jeunes brouts et les fruits verts. On obtient ainsi une essence de qualité inférieure, le *petit grain*, et de l'eau de broute. Le petit grain est, le plus souvent, remis dans l'alambic quand on distille la fleur, pour faciliter un mélange plus intime avec le néroli. Quant à l'eau de broute, on en remplit en grande partie les bonbonnes, que l'on complète ensuite avec de l'eau de fleurs. Ces fraudes, qui ne sont guère pratiquées que pour augmenter la production, quand elle est insuffisante, sont une des causes de l'avalissement des prix. Autrefois, la fleur valait jusqu'à 2 francs le kilogramme, mais elle est descendue aussi jusqu'à 30 centimes, et on conçoit que dans ces conditions, le cultivateur soit tenté de corriger la rigueur du sort par la fraude. Les frais de culture et de cueillette s'élèvent, pour une production normale, à environ 20 centimes. On se demande vraiment quel bénéfice net il peut bien rester dans les mains du métayer, sans compter que les frais d'établissement du verger d'orangers s'élèvent jusqu'à 4 000 francs par hectare. La crise phylloxérique, qui a abouti, dans la région, à la substitution d'orangeries à un grand nombre de vignobles, a été aussi une des causes du mal dont nous parlons.

Nous ne croyons pas que les produits de synthèse aient jusqu'à présent porté grand préjudice au néroli. En général, les essences artificielles n'ont pas encore détrôné, comme finesse, fleuri et suavité, les parfums naturels. Quelquefois même ils les ont plutôt favorisés : tel l'*ionone*, ou essence de violette artificielle, qui a diffusé l'emploi et augmenté la consommation de l'essence naturelle en renforçant un peu son odeur trop faible. Les parfums artificiels, en effet, ne peuvent être employés seuls : ils ont toujours quelque odeur parasite. Dans un mélange, ils ont pour résultat de modifier l'odeur dans un sens convenable et plus souvent de lui donner de la fixité.

C'est le bigaradier (*Citrus vulgaris*), considéré comme la forme sauvage de l'oranger doux (*Citrus aurantium*), qui est utilisé pour la distillation. Ses fleurs sont plus grandes, plus odorantes et ses feuilles ont des pétioles à ailes plus développées que l'oranger doux; les fruits sont à peau très rugueuse, à pulpe amère, acide; enfin, le port de l'arbre est moins élevé. Comme il est plus rustique, c'est en général sur lui que l'on greffe toutes les variétés de l'oranger doux. Ce dernier donne environ moitié moins d'un néroli qui est aussi moins apprécié. On cultive de préférence comme orangers à fleurs, dans les Alpes-Maritimes, le bigaradier à fruit corniculé, le bigaradier à grand calice, le bigaradier riche dépouille, le bigaradier bouquetier.

Ce n'est pas seulement la fleur de l'oranger qui est utilisée dans la parfumerie; on distille également le zeste des fruits, à l'approche de la maturité, pour préparer les amers, les bitters, le curaçao, l'eau de Portugal, l'eau de Lisbonne. Les pharmaciens en font aussi du sirop d'oranges amères. Enfin, la médecine, pour les tisanes, donne la préférence aux feuilles du bigaradier, à cause de leur principe amer plus actif.

On cite des bigaradiers à fruit sans pépins qui donnent jusqu'à 100 kilogr. de fleurs. Un arbre en plein rapport, à vingt-cinq ans peut en donner 25 à 30 kilogr.; cependant, comme moyenne générale, il ne faut guère compter sur plus de 10 kilogr.

Antonin ROLET,

Ingénieur agronome.

MÉTALLURGIE

INFLUENCE DE L'AZOTE SUR LES PROPRIÉTÉS DES ACIERS

A la dernière réunion du groupe français et belge de l'Association Internationale des Méthodes d'essais (27 mai), M. Braune, Ingénieur suédois, qui travaille actuellement au laboratoire de M. H. Le Châtelier, a fait une communication de la plus haute importance et qui peut avoir une répercussion énorme sur l'industrie sidérurgique entière : M. Braune a montré, d'une façon aussi précise que scientifique, que la cause principale de la fragilité dans les aciers de composition normale résidait dans la présence d'azote qui forme avec le fer un azoture de fer.

Ce composé entre d'abord en solution dans la ferrite; au fur et à mesure que l'azote augmente, les dimensions des cellules de ferrite diminuent.

Bientôt, l'azote croissant toujours, on voit apparaître autour des cellules de ferrite un joint assez important qui va en augmentant et on finit par trouver des cristaux d'azoture de fer.

Ceci se rapporte évidemment aux aciers peu carburés.

Pour les aciers très carburés, la perlite prend, sous l'influence de l'azote, un aspect plus grossier; pour des teneurs assez élevées, de l'azoture de fer se sépare. Les allongements décroissent d'abord lentement lorsque la teneur en azote croît, puis très rapidement quand elle atteint 0,075 %.

Nous tenons à attirer, dès maintenant, l'attention sur l'importance de la découverte de M. Braune et sur les nombreux faits qu'elle permet d'expliquer.

Il y a fort longtemps que la question des gaz dissous préoccupe les métallurgistes. Le *Génie Civil* a publié en détail ⁽¹⁾ les importantes recherches de Muller sur ce sujet. Troost et Hautefeuille, Cailletet, Roberts-Austen, Stead se sont principalement occupés de l'hydrogène dissous.

Des études moins nombreuses ont été faites sur le rôle de l'azote et toutes ont abouti à cette conclusion que si le fer et les alliages fer-carbone peuvent absorber des quantités importantes d'azote, du moins les produits industriels en renferment si peu qu'il ne saurait agir sur les propriétés de ces produits.

Savart et Desprez ont montré ⁽²⁾ que le fer, chauffé dans un courant d'ammoniac, voit son poids augmenter de 11 % et devient cassant. L'hydrogène, dans ces conditions, n'est pas absorbé; ceci découle des expériences de Frémy.

Stahlschmidt était arrivé au même résultat en traitant le chlorure de fer par l'ammoniac. Le fer obtenu renfermait 11,1 % d'azote; l'auteur de ces recherches émit alors l'idée de l'existence d'une combinaison de formule Fe⁴Az ⁽³⁾.

De nombreux travaux ont été faits en vue de déterminer l'azote contenu. Allen trouva 0,0041 dans une fonte spéculaire (C = 3,8 Mn = 20); 0,0107 dans un acier Martin (C = 0,22). Tollander a trouvé dans le fer fondu de 0,006 à 0,022 %. Le professeur Ledebur, qui cite ces essais, ne dit pas comment l'analyse a été faite. Ce point a une grande importance.

L'azote sec ne semble pas être absorbé par le fer ou l'acier (Ledebur, Stahlschmidt). Le professeur Ledebur conclut que les proportions d'azote contenues dans le fer sont excessivement faibles et ne peuvent avoir d'influence sur les propriétés du métal.

Le baron von Jüptner, dans ses *Éléments de sidérologie* ⁽⁴⁾, donne ce seul renseignement : « L'azote est également retenu en faibles quantités, mais fortement par le fer solide; les recherches sur ce point sont tellement peu complètes et l'influence de l'azote sur les propriétés du métal sont si peu importantes qu'il nous suffira de les signaler. »

(1) Voir le *Génie Civil*, t. IV, n° 24, p. 383.

(2) *Annales de Chimie et Physique*, t. XLII, p. 422.

(3) *Poggendorfs Annalen*, t. CXXV, p. 37.

(4) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 46, p. 264.

Ces opinions sont en contradiction absolue avec les résultats de l'étude de M. Braune.

Cette question intéresse à un tel point les métallurgistes que des recherches, faites sous le patronage de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale et dirigées par M. Osmond, ont été tout dernièrement entreprises par M. Belloc à la Faculté des Sciences de Caen. Elles ont été fort malheureusement interrompues, à cause de la porosité des tubes en silice qui étaient utilisés (1).

Les conclusions de M. Braune permettent d'expliquer un très grand nombre de faits. Nous en citerons quelques-uns :

On s'est souvent étonné que deux produits ayant même composition chimique, du moins telle qu'on la concevait jusqu'ici, l'un obtenu sur sole, l'autre à la cornue, donnaient des propriétés souvent très différentes, notamment au point de vue fragilité. La théorie de M. Braune paraît en donner une explication plausible.

Elle donne non moins clairement la cause de la fragilité des aciers cimentés. On sait, en effet, que les ciments agissent, presque tous par le groupement cyanogène et que même certains d'entre eux, notamment le mélange charbon et carbonate de baryum, agissent sous l'influence de l'azote de l'air contenu dans la caisse. Ce gaz forme du cyanure; celui-ci se décompose au contact de l'acier; le carbone est absorbé; l'azote, remis en liberté, vient de nouveau agir sur le mélange charbon et carbonate de baryum pour donner à nouveau le même cycle de réactions.

Il semble probable qu'au cours d'une telle opération l'azote soit absorbé, du moins en partie, par l'acier. D'où la fragilité bien connue de l'acier cimenté.

D'après les expériences de M. Braune, l'azote serait rapidement absorbé par le fer quand il se trouve à l'état d'ammoniaque. Or tous ceux qui ont pratiqué la cimentation industrielle de l'acier savent combien l'humidité des ciments est nuisible : elle entraîne une fragilité énorme de l'âme de la pièce. Or ceci s'explique aisément : la cimentation se faisant sous l'influence des cyanures, la vapeur d'eau provenant du ciment aide à la décomposition des cyanures qui, dans ces conditions, donnent de l'ammoniaque.

D'autre part, nous avons signalé à diverses reprises que certains aciers spéciaux offrent beaucoup moins d'augmentation de fragilité, après cimentation, que les aciers au carbone; il en est ainsi pour les aciers au nickel, au silicium, à l'aluminium, etc. D'autres, au contraire, présentent une augmentation de fragilité plus grande que les aciers ordinaires; c'est notamment le cas des aciers au manganèse, au chrome, au tungstène, etc.

Les éléments qui diminuent la fragilité après cimentation sont ceux qui entrent en solution dans le fer, tandis que ceux qui l'augmentent paraissent former des carbures doubles.

Entrant en solution dans le fer, certains éléments diminueraient le pouvoir absorbant de ce métal pour l'azote.

Enfin, on a signalé fréquemment le rôle améliorant du titane dans les fontes; il se pourrait fort bien que ce rôle doive être attribué à une épuration de la fonte au point de vue de l'azote, le titane se combinant aisément avec ce gaz.

Les recherches de M. Braune ont eu comme point de départ le fait suivant : des hauts fourneaux produisant de notables quantités de cyanures donnaient des fontes qui engendraient des aciers fragiles.

Il est incontestable que cette étude ouvre à la sidérurgie des horizons tout à fait nouveaux. Les différents points qui nous paraissent les plus intéressants à élucider sont les suivants :

1° Dans quelles conditions, l'azote peut-il être absorbé dans l'acier? Ces conditions se retrouvent-elles dans les procédés industriels de fabrication et d'utilisation des produits sidérurgiques?

2° Quelle est l'influence de ce gaz sur les différentes propriétés physiques et mécaniques des aciers?

3° Quelle est l'influence des différents éléments, carbone, nickel, manganèse, chrome, etc., sur l'absorption de l'azote par le fer?

4° Dans quelles conditions doit-on se placer pour éviter l'absorption de l'azote, aussi bien dans la fabrication que dans les traitements ultérieurs?

5° Quels sont les moyens propres à produire l'épuration de l'azote? A ce sujet, différents essais s'imposent : l'emploi d'alliages renfermant du bore, du titane et du calcium, pourrait donner des résultats intéressants.

D'ailleurs, quelques essais ont déjà été faits, du moins en vue de diminuer les soufflures, au moyen d'un alliage aluminium-calcium préparé par MM. Poulenc et Meslans, au four électrique.

Le mémoire de M. Braune va certainement éclaircir quelques-unes des questions que nous soulevons. Il est fort probable que d'importantes expériences seront faites de divers côtés et permettront de préciser ces points, dont l'importance industrielle ne saurait échapper à personne.

LÉON GUILLET,
Docteur ès Sciences,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 2, p. 30; n° 3, p. 46, et n° 4, p. 63. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*.)

EFFET DES TRÈS BASSES TEMPÉRATURES sur les propriétés mécaniques du fer et des aciers spéciaux.

Des expériences très nombreuses viennent d'être faites par M. R. A. Hadfield, le professeur Barrett et Sir James Dewar, dans les laboratoires de la Royal Institution (1), en vue de déterminer les modifications que produisent les très basses températures sur les propriétés physiques et mécaniques du fer et des aciers spéciaux. Les résultats qu'elles ont donnés ont été rapportés dans un important mémoire qui a été présenté à la dernière session de l'Iron and Steel Institute (12 mai 1905) présidée par M. Hadfield lui-même. Nous allons exposer les parties essentielles de ce mémoire.

Les recherches aux basses températures ont été inspirées à M. Hadfield par ce fait qu'un grand nombre d'aciers spéciaux présentent des anomalies dans leurs propriétés physiques aux températures ordinaires; les variations de température semblant jouer un grand rôle, il pouvait y avoir intérêt à rechercher si les anomalies subsistent ou disparaissent quand la température s'abaisse.

A cet effet, plus de 500 échantillons de produits divers, depuis le fer le plus doux jusqu'aux aciers les plus complexes, et à des teneurs de constituants les plus variées, ont été essayés. Le nombre de déterminations (analyses chimiques, essais de résistance, essais magnétiques), a été de plus de 1600; 350 d'entre elles ont été faites à la température de l'air liquide (— 182 degrés centigrades) et ont consisté dans la mesure de l'allongement et du coefficient de rupture à la traction. Pour ces derniers essais, les éprouvettes étaient des barres cylindriques de 4^{mm} 5 de diamètre et de 50 millimètres de longueur dans la partie essayée; leur longueur totale était de 81 millimètres.

L'appareil employé pour faire ces expériences consistait en une petite presse hydraulique dans laquelle la pièce en essai, entourée d'un manchon qu'elle dépassait par ses deux extrémités, était immergée dans un bain d'air liquide placé dans un récipient à double enveloppe.

Fers doux. — Un fer au bois, de Suède, extra-doux et parfaitement recuit, dont la composition est la suivante :

C = 0,045, Si = 0,070, S = 0,005, P = 0,004, Mn = traces,
Fe = 99,82,

donne, à la température ordinaire, pour coefficient de rupture à la traction $R = 31^{kg} 5$ par millimètre carré et pour allongement $A = 20$ à 25 %. Dans l'air liquide, $R = 60$ et l'allongement est sensiblement nul. Des fers doux, recuits ou non, chauffés puis trempés à l'eau froide, revenus ou non, se sont comportés de même.

Après avoir été soumis à — 182 degrés centigrades et être revenus à la température ordinaire, puis essayés à cette température, tous les fers donnent sensiblement les mêmes chiffres que si l'application de la basse température n'avait pas eu lieu. L'effet est donc temporaire; il ne dure qu'autant que la basse température elle-même.

Aciers. — Dans une première série, le manganèse était absent ou en très petites quantités. Un spécimen avec C = 0,14, Si = 0,08, Mn = 0,07, Al = 0,144, recuit et représentant un acier extra-doux, eut sa ténacité triplée à — 182 degrés centigrades et montra encore quelque ductilité. Un autre échantillon contenant C = 0,78 montra, au contraire, une ductilité sensiblement nulle. Pour tous deux, l'effet de la basse température a aussi été temporaire.

Les aciers au silicium, à l'aluminium, au tungstène, au chrome n'ont présenté aucune particularité remarquable : tous se sont comportés de même et ont donné un accroissement de la ténacité et de la fragilité aux basses températures.

Les résultats, en ce qui concerne la fragilité aux basses températures, furent confirmés toutes les fois (pour éviter toute erreur d'expérience) en essayant des éprouvettes soit par le choc au marteau, soit par la méthode de Brinell. Le tableau suivant montre comment varie, avec la température, le coefficient de rupture à la traction dans les bons fers puddlés ou dans les aciers extra-doux.

Température en degrés centigrades.	+ 18	— 80	— 100	— 193
R en kilogrammes par millimètre carré.	35	47	52	77

On peut estimer, d'après cela et en extrapolant, qu'au zéro absolu (— 273 degrés) R prendrait la valeur limite de 120 kilogrammes.

Aciers au nickel. — Un acier à C = 0,26 et Ni = 0,58 double de ténacité dans l'air liquide et, contrairement à ce qui précède, conserve un chiffre d'allongement assez élevé quoique réduit néanmoins. La présence d'un métal étranger peut donc, tant que la teneur en carbone est peu élevée, empêcher, dans une certaine mesure, l'augmentation de fragilité due à l'abaissement de température. Pour l'échantillon suivant :

C = 0,14 Ni = 1,92,

(1) Une partie des dépenses occasionnées par ces recherches a été couverte par une donation faite par M. Dr Andrew Carnegie et s'élevant à 30 000 francs.

l'allongement a passé de 20 à 12 % et la ténacité de 53 à 92 kilogr. Pour deux autres (C = 0,19, Ni = 3,82 et C = 0,18, Ni = 11,39) la fragilité est restée la même, tandis que la ténacité a continué à augmenter considérablement.

Le nickel seul (Ni = 99,27 %) a montré, comme le fer, non seulement une augmentation de ténacité : R a varié, suivant échantillons, de 49-52 à 67-76, mais aussi de ductilité, A ayant passé de 38-43 à 45-51 %.

Aciers au manganèse. — On sait que ces aciers, étudiés par M. Hadfield, sont non magnétiques jusqu'à des teneurs inférieures à 87 et 88 % de fer, et que, de 3 à 7 % de manganèse, ils sont très fragiles, même à basse teneur en carbone; les aciers usuels contiennent : Mn = 11-15 % et C = 0,80-1,40. Un échantillon (C = 1,23, Mn = 12,61) représentant un acier au manganèse Era normal, de Hadfield, a été essayé. A la température ordinaire, il a donné R = 87,9 et A = 30 % et dans l'air liquide, une légère augmentation du coefficient de rupture et A = 2,5 %. Ce résultat était assez inattendu, car dans le traitement ordinaire de ces aciers pour diminuer leur fragilité, on leur fait subir un abaissement de température de 1 000 degrés centigrades; or, ici, l'abaissement ne s'est fait que de la température ordinaire à - 182 degrés, soit environ 200 degrés seulement et il a produit l'effet inverse. Un nouvel essai confirma les résultats donnés par le précédent : R passa de 102 kilogr. à 100 et l'allongement de 40 % à zéro. D'autres échantillons identiques, revenus à la température ordinaire après avoir été portés à - 182 degrés, montrèrent leur non-fragilité ordinaire. Donc, ici encore, l'effet est temporaire.

Aciers complexes. — Des essais analogues ont été faits pour des aciers au nickel-silicium, au manganèse-chrome, au manganèse-silicium, au chrome-aluminium, au chrome-silicium, au chrome-cuivre, au chrome-tungstène; tous se comportèrent sensiblement de la même manière : accroissement simultané de la ténacité et de la fragilité aux basses températures.

Aciers au nickel-manganèse. — Les aciers au nickel-manganèse se sont comportés différemment; l'échantillon suivant :

$$C = 0,60, Mn = 5,04, Ni = 14,55,$$

c'est-à-dire contenant deux éléments, le manganèse et le nickel qui, existant séparément dans les mêmes proportions, eussent amené une très grande fragilité, présente, au contraire, la propriété inverse quand ils sont réunis. L'allongement a passé de 70 à 25 %, conservant une valeur relativement grande, et l'alliage restant non magnétique.

A ce point de vue, l'alliage

$$C = 0,60, Mn = 5,04, Ni = 14,55$$

qui, pratiquement, peut être dit non magnétique quoiqu'il le soit à un degré moindre que l'acier au manganèse seul, s'est montré sensible aux basses températures.

Pour l'acier à C = 1,00, Mn = 6,05, Ni = 17,91, l'allongement a passé de 57 à 42 %; pour celui à C = 1,18, Mn = 6,05, Ni = 24,30, il a passé de 60 à 67 % montrant un accroissement au lieu d'une diminution; R a passé de 80 à 132 kilogrammes.

Ces exemples montrent nettement la bonne influence qu'a le nickel pour conserver la ductilité aux basses températures malgré la fragilité très grande du fer à - 182 degrés et celle plus grande encore qu'apporte le manganèse, ici en quantités relativement élevées. Un essai sur un acier au manganèse renfermant les mêmes proportions de ce dernier corps, sans nickel, se montra fragile aussi bien aux températures ordinaires qu'à - 182 degrés; de même un acier similaire à 14,55 de nickel sans manganèse donna une diminution du chiffre d'allongement.

Un essai tenté sur un autre échantillon donna des résultats plus remarquables encore que le premier; l'allongement s'éleva de 42 à 57 %. Ces essais confirment donc bien l'influence simultanée du nickel et du manganèse.

Les auteurs pensent que l'acier à 6 % de manganèse et à 14-24 % de nickel doit correspondre vraisemblablement à un composé chimique défini, caractérisé par : l'absence de propriété magnétique, une grande résistance électrique (la plus élevée qu'on connaisse) et une ductilité qui serait aussi la plus grande de tous les alliages de fer connus.

Au cours de la discussion qui a fait suite à la lecture du mémoire, M. le professeur Barrett a fait connaître une propriété très intéressante que n'avait pas signalé M. Hadfield. L'acier ternaire dont il a été question plus haut (C = 1,18, Mn = 6,05, Ni = 24,3) a été employé par lui à la préparation d'un couple thermo-électrique, l'autre métal étant le fer. En chauffant une des deux soudures, la force électromotrice croît d'abord en même temps que la température comme dans le cas général; mais à l'inverse des autres couples, au lieu de présenter ensuite des oscillations, elle continue à croître jusqu'à 400-500 degrés, point où elle semble atteindre brusquement un maximum auquel elle se maintient, bien que la température continue à augmenter. Ainsi entre les températures très éloignées comprises

entre le rouge sombre et le rouge blanc, la force électromotrice reste constante.

Cette curieuse propriété conduira sans doute à l'adoption de ce couple pour la pile-étalon donnant une force électromotrice rigoureusement constante, étalon qu'on n'est pas encore arrivé à réaliser. Il suffira, comme l'a fait M. Barrett, de maintenir une des soudures dans la glace fondante et l'autre à une température comprise entre le rouge sombre et le rouge blanc; conditions qui sont toutes deux d'une réalisation extrêmement facile.

Cuivre et aluminium. — Le cuivre se comporte comme le nickel mais à un degré moindre. Un cuivre à 0,46 % d'étain, qui donnait aux températures ordinaires R = 26 et A = 42 %, a donné à - 182 degrés, R = 40, A = 45 %; comme le nickel; il communique sa propriété au fer quand il est allié à celui-ci. L'aluminium, au contraire, qui, pris isolément, se comporte aussi comme le nickel et le cuivre (R varie de 14 à 27 et A de 7 à 17 %), ne la communique pas au fer.

Conclusions. — D'une façon générale, l'abaissement de température produit, sur le fer et les aciers ordinaires, une augmentation de la résistance à la traction et de la fragilité. Les variations sont sensiblement les mêmes qu'il s'agisse du fer le plus pur, du fer corroyé ou d'aciers depuis 0,10-0,20 % de carbone jusqu'à 1,25-1,50. Les proportions, l'absence ou la présence du carbone semblent n'avoir aucune influence tant que d'autres métaux ne sont pas présents.

Il en est de même pour les aciers ne renfermant qu'un seul autre métal, sauf quand celui-ci est le nickel ou le cuivre. Ces deux métaux pris isolément sont d'autant moins fragiles que la température est plus basse, et, de plus, ils communiquent leur non-fragilité au fer quand ils lui sont associés. La présence du manganèse, élément qui au contraire tend à augmenter cette fragilité, n'empêche point cette amélioration dans le cas du nickel pourvu que celui-ci soit en proportions suffisantes. De plus, l'acier au nickel-manganèse jouit de propriétés physiques intéressantes toutes nouvelles, qui sont de nature à le faire rechercher pour certaines applications spéciales.

M. Richardson pense que les aciers au cuivre ne sont pas moins intéressants que ceux au nickel-manganèse et qu'il y aurait lieu de poursuivre leur étude. L'expérience montre qu'il est facile d'allier le cuivre au fer et d'obtenir des lingots très homogènes contenant jusqu'à 2 % de cuivre. Les difficultés semblent venir malheureusement de ce que le cuivre abaisse considérablement le point de fusion du fer, qu'il le rend cassant à chaud, facile à brûler et difficile à forger par suite de sa facile désintégration. M. Richardson pense qu'avec un peu d'expérience, on arriverait aisément à surmonter les difficultés provenant de ces inconvénients.

MÉCANIQUE

PARC A CHARBON A MANUTENTION RAPIDE

L'antracite ayant des usages industriels très limités et étant presque exclusivement employé au chauffage domestique, sa vente est des plus irrégulières: très active en hiver, elle est à peu près nulle en été.

On a tâché de remédier aux inconvénients de cette irrégularité en cherchant à relever le prix de vente en hiver; mais même en Amérique, le pays des trusts, là où cette combinaison avait le plus de chances de réussir, elle n'a donné que des résultats inappréciables; il a donc fallu se contenter, pour éviter le chômage des mineurs, de régulariser simplement la production et en été d'emmagasiner l'antracite extrait

dans des parcs spéciaux, en attendant l'époque des fortes demandes. Cette solution a été adoptée par une Société américaine, la « Philadelphia and Reading Coal and Iron Co » qui a fait installer, à Abrams (Pennsylvanie), un parc à antracite d'une capacité minimum de 480 000 tonnes, dont nous allons décrire l'outillage, d'après l'Iron Age du 5 janvier.

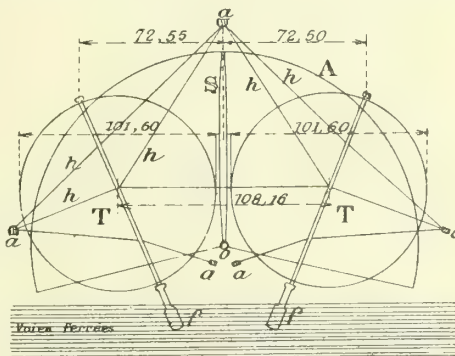


Fig. 1. — Plan schématique d'un groupe de deux tas.

Ce parc à charbon couvre une surface en forme de parallélogramme de 427 × 305 mètres; il est desservi par sept voies ferrées parallèles, placées dans l'axe du terrain utilisé (fig. 1). Les tas de charbon sont

disposés des deux côtés de ces voies, en quatre groupes de deux tas chacun, constituant autant d'unités indépendantes.

La formation de chacun de ces tas avec le combustible amené par voie ferrée et sa reprise ultérieure pour le recharger sur les wagons sont deux opérations qui se font uniquement par des moyens mécaniques; la première se fait à l'aide de transporteurs inclinés T, de construction spéciale, desservant chacun un tas (fig. 1); la seconde au moyen d'un transporteur horizontal S, mobile autour d'un pivot O et terminé à l'arrière par un plan incliné, aboutissant à une trémie de chargement placée au-dessus des voies ferrées (fig. 1). Ce deuxième transporteur amène à cette dernière trémie les charbons pris indifféremment sur l'un ou l'autre des deux tas d'un même groupe. Ce mode de manutention des charbons constitue le procédé Dodge.

mouvement continu et remonte le long du rail de la membrure inférieure de cette poutre, pour revenir à vide en suivant sa membrure supérieure.

Au pied de la poutre B est creusée une fosse maçonnée (fig. 4 et 5) qui se prolonge jusque sous les voies d'arrivée du charbon V. Dans cette fosse se trouve une trémie qui reçoit directement le charbon des wagons pour le déverser dans une auge au-dessus de laquelle circule la chaîne guidée par G; les augets de cette dernière plongent jusqu'au fond du caniveau ainsi formé.

Le fond de l'auge est prolongé par une plaque en tôle d'acier, enroulée en partie sur un tambour, et dont la partie déroulée remonte le long de la poutre inclinée, en passant dans des rainures de la chaîne, de manière à fermer le fond des augets partout où elle se trouve. Ce

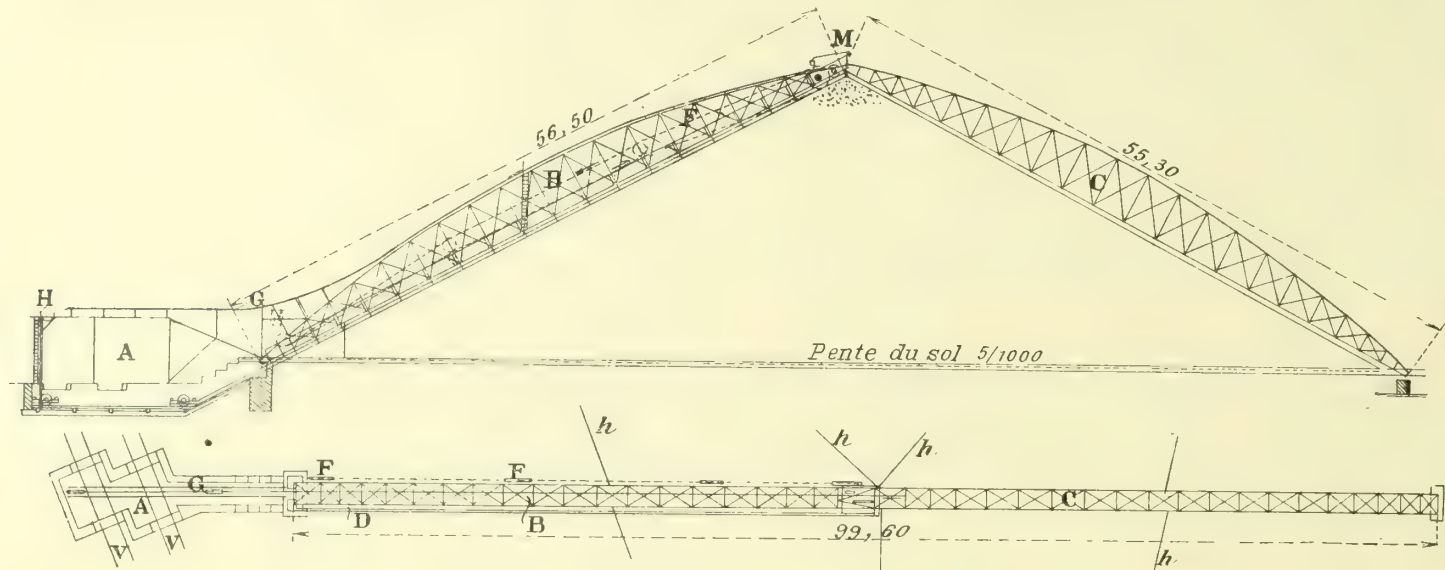


FIG. 2 et 3. — Élévation et plan d'un transporteur incliné.

A, fosse; — B et C, poutres inclinées; — D, garde-corps; — F, câble moteur de la chaîne; — G, guide de la chaîne; — H, tourteau inférieur; — M, tourteau supérieur; V, voies ferrées; — h, haubans.

Transporteurs inclinés pour le chargement des tas. — Ces transporteurs (fig. 2 et 3), placés de biais par rapport aux voies ferrées, sont constitués par deux poutres fixes en treillis B et C, de longueurs à peu près égales, articulées aux pieds et au sommet, de manière à former, grâce à la déclivité du sol, un triangle dont les côtés sont inclinés suivant la pente du talus naturel d'éboulement. Sur la poutre B, est établi un transporteur continu, constitué par deux chaînes articulées, pourvues de galets de roulement aux points d'articulation, entre lesquelles sont fixées des augets ouverts vers le bas, qui passent successivement d'abord sur un tourteau moteur au sommet du triangle M, puis sur deux autres tourteaux directeurs, placés l'un au-dessus de l'autre au pied de l'appareil, et enfin sur un appareil spécial de guidage. Ce dernier remplace le tambour de guidage de grand diamètre, qu'il aurait fallu disposer au point où la chaîne passe de l'horizontale à l'oblique, pour se diriger vers le tourteau supérieur. Cet appareil de guidage est formé de deux flasques en fer portant chacune deux galets sur lesquels passe une chaîne sans fin relativement courte, que la chaîne à godets entraîne dans son mouvement et dont les rouleaux suivent des cornières de guidage courbées suivant un arc de cercle de même rayon que le tambour qu'ils remplacent.

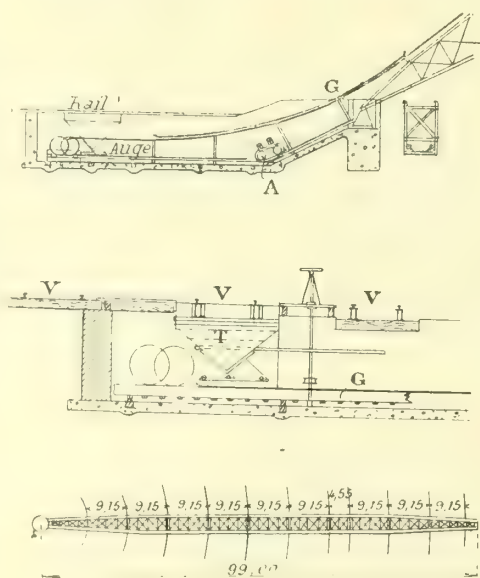


FIG. 4, 5 et 6. — Fosse d'alimentation, détail de sa trémie et transporteur horizontal pivotant.

Entre ces divers points, la chaîne à godets roule, par ses galets, sur des rails fixés aux deux membrures de la poutre; elle est animée d'un

fond en tôle peut être remonté plus ou moins le long de la poutre et règle ainsi le point de déversement du charbon renfermé dans les augets.

Cette poutre B porte aussi un escalier de service, et les poulies de guidage du câble actionnant le tourteau.

La deuxième poutre du transporteur C est plus légère et sert uniquement d'étau à la précédente; l'ensemble est maintenu dans un plan vertical par des haubans h attachés au sommet et à mi-hauteur, et ancrés sur des massifs en maçonnerie a (fig. 1).

Lors de la mise en tas du charbon, et quand il n'y a encore rien sur l'aire, on amène l'extrémité de la tôle, formant le fond mobile des augets, tout au bas de la poutre, de manière à faire déverser en ce point le charbon contenu dans ces augets; il s'y forme bientôt un cône dont le sommet correspond précisément à cette extrémité; on fait remonter cette tôle le long de la pente, au fur et à mesure que le tas grossit. Le point de chute s'élève donc jusqu'à ce qu'il soit arrivé à l'angle supérieur du triangle des poutres: le tas remplit alors complètement l'ouverture libre.

Par ce moyen on évite la chute du charbon sur une grande hauteur (elle n'excède jamais 30 centimètres) et la formation de poussières.

La chaîne sans fin de cet appareil est actionnée par un câble métallique passant sur des poulies de guidage formant une transmission téléodynamique.

Chacun des transporteurs inclinés peut transporter 1 800 tonnes par journée de dix heures; la capacité totale des appareils de déchargement est donc de 14 400 tonnes par jour.

Transporteurs pour le rechargement du charbon sur wagons. — Ces transporteurs S (fig. 1), dont chacun dessert les deux tas d'un même groupe, se composent de deux parties distinctes: un premier transporteur horizontal, établi à peu près au niveau du sol, pouvant pivoter autour d'un axe vertical et être amené alternativement contre la base de chaque tas et déposant son charbon dans une première trémie; puis un deuxième transporteur à chaîne formant plan incliné, qui reprend ce charbon dans cette même trémie et qui alimente une deuxième trémie, placée sur une charpente élevée au-dessus de la voie ferrée, et qui le distribue ensuite directement aux wagons.

La partie pivotante de ce transporteur est une poutre en treillis très robuste (fig. 6), portant sur sa face inférieure des galets, roulant sur une série de onze rails concentriques, et ayant en plan la forme d'un fuseau très allongé. Cette poutre porte à ses deux extrémités les tourteaux de guidage, à axes verticaux, d'une chaîne sans fin à godets, qui ramasse le charbon au pied des tas et le transporte dans une tré-

mie placée en arrière de son pivot. Au-dessus de ce pivot se trouve la plate-forme de service, avec le volant de direction qui permet de déplacer tout l'ensemble de l'appareil sur ses rails, de manière à l'éloigner du tas lorsqu'il se produit des éboulements et à le rapprocher après que ces éboulements ont cessé. Un seul homme suffit pour le service de ce transporteur, qui est commandé par un moteur électrique.

Le plan incliné P (fig. 7 et 8), placé en arrière de cette poutre pivotante, comporte également un transporteur à chaîne sans fin qui, lui, est actionné par câble. Celui-ci déverse son charbon dans une trémie cribleuse T, dont les gouttières déposent d'une part le charbon criblé

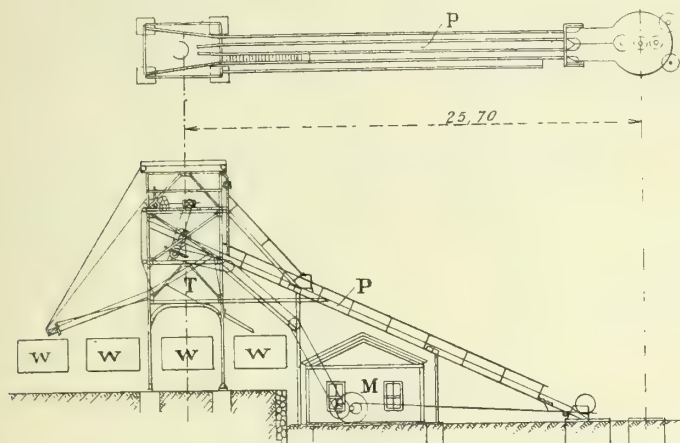


FIG. 7 et 8. — Plan et élévation du plan incliné de distribution.

sur les voitures W de l'une des voies, et, d'autre part, les poussières sur celles d'une autre voie, ces deux voies étant placées de part et d'autre de la charpente de support de cette trémie, établie à cheval sur l'une des deux lignes d'amenée du charbon aux transporteurs inclinés.

Les transporteurs de rechargement du charbon sur les wagons peuvent déplacer 2500 tonnes par journée de dix heures. Leur capacité totale est donc de 10 000 tonnes.

La figure 1 représente un des quatre groupes de l'installation; les deux cercles complets indiquent les pourtours des bases des deux tas, leurs diamètres obliques, les transporteurs inclinés T, avec les fosses f au bout de chacun d'eux. L'arc de cercle A limite l'aire desservie par le transporteur pivotant S. On peut remarquer que le transporteur horizontal pivotant ne dessert pas entièrement l'aire couverte par les deux tas; ceci n'a pas d'importance, car la partie qui reste en dehors de son action n'a presque jamais besoin d'être déblayée.

VARIÉTÉS

Appareil pour la vérification des engrenages.

Le point de départ de l'étude d'une denture d'engrenages est, comme on le sait, la réalisation d'un rapport constant entre la vitesse de la roue conductrice et celle de la roue conduite, celles-ci devant se comporter comme deux cylindres de rayons égaux à ceux des cercles primitifs qui rouleraient l'un sur l'autre.

Si les engrenages taillés peuvent dans l'exécution, se rapprocher très sensiblement des conditions théoriques, il n'en est pas toujours de même des engrenages bruts de fonte, et cela pour les raisons suivantes :

1° Dans le dessin de la roue, on adopte fréquemment un tracé approximatif par arcs de cercle, au lieu du tracé théorique; 2° le modèle peut présenter de légères erreurs d'exécution dans le même sens que celles du dessin; 3° la nécessité du démoulage fait que le moule doit présenter un certain jeu, d'où nouvelles différences entre le modèle et le moule; 4° enfin le retrait et les déformations qui peuvent en résulter contribuent encore à nuire à l'exactitude de la pièce finie.

Il était intéressant de connaître jusqu'à quel point les engrenages bruts satisfont à l'uniformité du rapport des vitesses, et c'est dans ce but que M. W. M. Wilson a construit un enregistreur, qu'il a désigné sous le nom d'anglemètre, et dont nous empruntons la description à l'*American Machinist*, du 29 avril.

Cet appareil (fig. 1 et 2) est formé d'un socle S, supportant deux guides G, G'. Le guide G supporte le chariot C, le guide G' le chariot plus petit C'. Le chariot C porte le tambour T, monté sur un arbre A où se trouve aussi fixée la poulie P. Sur le même chariot C se trouve fixé, mobile autour du pivot p, le levier L, dont une extrémité bute en B sur une pièce solidaire du chariot C' (un bracelet de caoutchouc

les maintient en contact permanent) et dont l'autre extrémité porte un style inscripteur s, en regard du papier enroulé sur le tambour T.

Une corde E, enroulée autour de l'arbre de l'une des roues, vient se fixer au chariot C. Une autre corde F, enroulée de même sur l'arbre de l'autre roue, vient se fixer sur C'. Si les diamètres des arbres ne sont pas entre eux dans le même rapport que ceux des roues, on emploiera un réducteur pour l'un des deux, de façon que la vitesse moyenne des deux cordes soit la même.

Sur la poulie P vient s'attacher une corde M, qui, passant sur une poulie N, aboutit à un point fixe O.

Pour se servir de l'appareil, les cordes étant mises en place et les

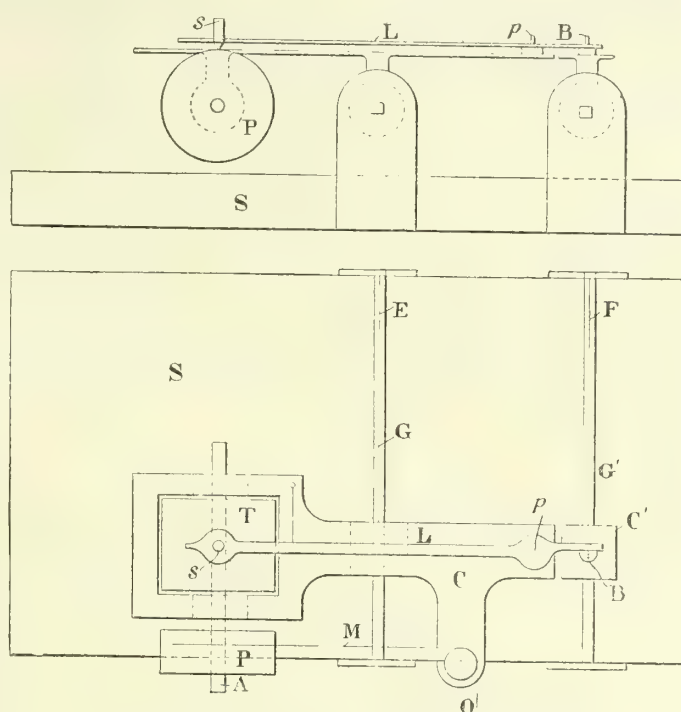


FIG. 1 et 2. — Élévation et plan de l'anglemètre.

chariots amenés à leur point de départ, on règle la longueur des cordes de façon que le style s arrive vers le milieu de la hauteur du papier. On tourne alors à la main les deux engrenages, dans la direction qui provoque la tension des cordes.

Si les deux mouvements étaient rigoureusement proportionnels, les deux chariots conserveraient leur position relative, et une ligne droite s'inscrirait sur le papier. Toute différence se traduira par une déviation de cette ligne droite, dont l'amplitude peut se ramener facilement à l'amplitude réelle.

Les figures 3 et 4 sont des courbes relevées à l'aide de cet appareil sur des engrenages bruts de vingt dents, ayant un pas de 38 milli-

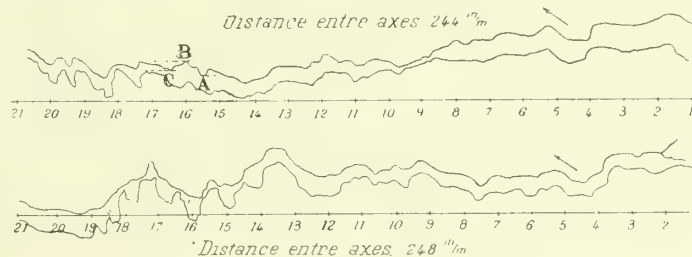


FIG. 3 et 4. — Courbes relevées sur des engrenages bruts.

mètres, montés sur des arbres de 50 millimètres, et en service depuis un temps suffisant pour assurer le rodage des surfaces de contact. Les courbes ont été relevées avec différentes distances entre les axes. Deux courbes ont été tracées dans chaque cas, à titre de vérification de l'exactitude de l'appareil.

Si les dentures avaient été des développantes exactes, la ligne obtenue eût été droite pour toutes les distances entre axes. On voit que non seulement cette ligne n'est pas droite, mais que ses variations ne paraissent suivre aucune loi; elle est particulièrement irrégulière entre les dents 11 et 20. Néanmoins, le fait que la variation change avec la distance d'axes montre qu'il existe dans toutes les dents une erreur de tracé, résultant probablement de la méthode approximative employée. En dehors de cette erreur uniforme, il existe des différences entre les diverses dents, différences imputables sans doute au travail de modelage.

Enfin, le déplacement général de la courbe (entre les dents 4 et 14

par exemple) est l'indice d'une inexactitude dans l'espacement de la denture.

L'auteur a essayé d'analyser la première de ces courbes, dans une région ABC où l'ondulation résulte nettement de l'influence d'une dent en particulier. L'abscisse AC représente le pas, AB et BC représentant chacun la moitié de ce pas. La mesure des ordonnées AB et BC permet d'évaluer à 0^{mm} 48 (rapportée à la circonférence de l'arbre) l'avance de la roue conduite par rapport à la roue conductrice, entre A et B, c'est-à-dire pendant que la roue tourne de $\frac{360}{20 \times 2} = 9$ degrés.

La différence angulaire correspondante est de quarante-cinq minutes. On trouve de même entre B et C un retard de trente minutes.

L'auteur a également essayé deux roues (16 et 50 dents) étudiées

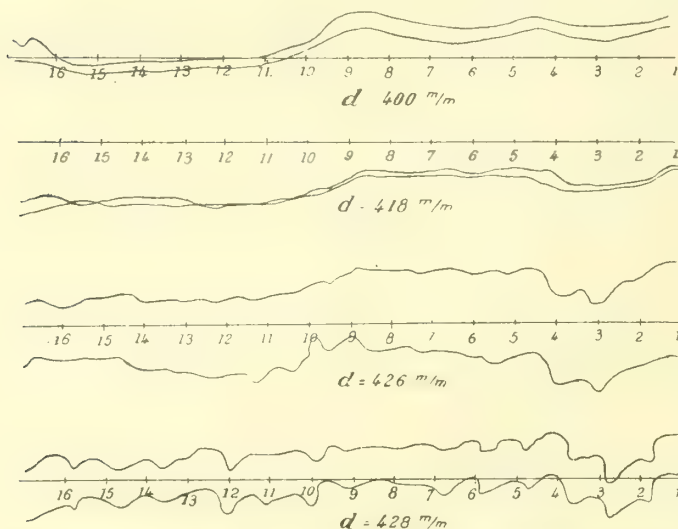


FIG. 5 à 8. — Courbes relevées sur deux roues dentées avec différents écartements des axes.

pour obtenir l'engrènement exact pour des distances d'axe variant entre 400 et 410 millimètres (dentures en développante). Le premier graphique (fig. 5) représente la courbe correspondante, qui reste régulière et pratiquement la même jusqu'à 410 millimètres. La distance ayant été ensuite augmentée, le point de contact de la dent ne suit plus la ligne d'obliquité sur tout l'angle de contact, et l'influence individuelle des dents apparaît (fig. 7 et 8).

Toutes les courbes relatives à cette seconde paire d'engrenages accusent une variation continue de vitesse, résultant de ce que les pignons étaient légèrement ovales, déformation attribuable au moulage à la main.

Les conclusions générales que l'auteur a tirées de ces deux séries d'essais d'engrenages bruts sont les suivantes :

1^o De toutes les erreurs, la plus importante est celle qui résulte du tracé des dents, fait au bureau de dessin; 2^o un dessin exact étant donné, le modelleur peut établir un modèle exact; 3^o en opérant à la main le mouleur a tendance à faire un moule légèrement ovale, l'emploi des machines à mouler peut éviter cette cause d'erreur; 4^o la surface des dents est suffisamment régulière pour ne pas affecter le rapport des vitesses.

La façon dont se comportaient les engrenages en marche corrobore le reste des résultats du tracé : à 250 tours par minute, la première paire donnait beaucoup de bruit et faisait dangereusement vibrer la machine; à la même vitesse, la marche de la seconde paire était beaucoup plus douce.

Projet de ligne de chemin de fer à voie étroite, de Meiringen à Gletsch et Viège (Suisse).

Le Conseil fédéral suisse a donné récemment à MM. Vontobel et Probst la concession de la première partie d'une ligne réunissant Meiringen à Visp (Viège) en passant par Gletsch et Brigue, c'est-à-dire en suivant les vallées de l'Aar et du Rhône et en franchissant le col de la Grimsel qui les sépare.

Cette ligne électrique, à voie de 1 mètre, relierait Zermatt à Interlaken et à Lucerne et serait susceptible de recevoir une grande quantité de touristes qui visitent la région des sources du Rhône et du Rhin, actuellement tout à fait dépourvue de communications.

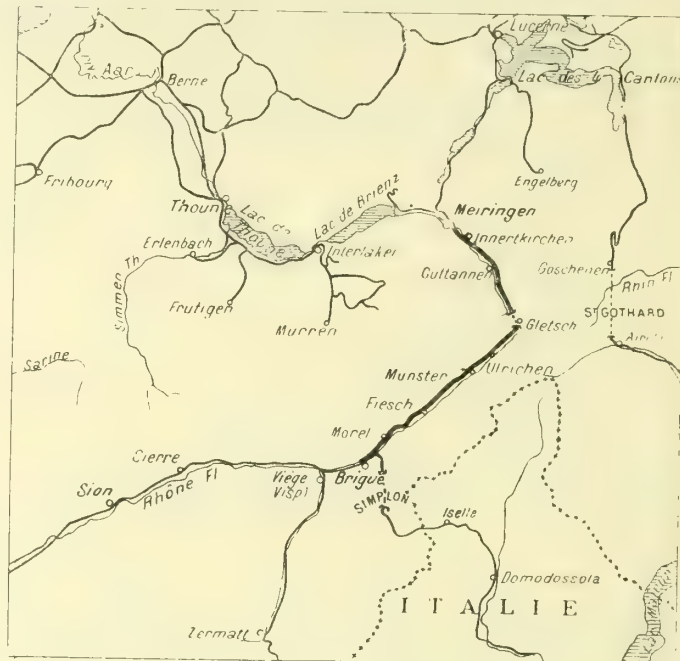
La section concédée (ligne dite de la Grimsel) va de Meiringen jusqu'à Gletsch (23 kilom.); elle est presque constamment en rampe de 6 % et comporte, tout près de Gletsch, un tunnel de 2 300 mètres, pour le passage d'une vallée à l'autre. La deuxième section (51^{km} 3) est moins accidentée; les rampes de 6 % y occupent toutefois 6 500 mètres. Elle franchirait le Rhône entre Mörel-Ried et Grengiols.

La gare de Gletsch sera à l'altitude 1 770 mètres, c'est-à-dire à

1 172 mètres au-dessus de celle de Meiringen et à 1 111 mètres au-dessus de celle de Viège, où la ligne aboutira aux lignes actuelles de Zermatt et de Sion.

La *Schweiz. Bauzeit.*, du 22 avril, qui contient ces renseignements, donne la carte détaillée et le profil en long de la ligne, qui comprendrait en tout dix stations et quinze haltes.

On compte équiper des trains électriques de 90 tonnes, composés de cinq voitures dont deux motrices, chacune offrant une centaine de



Carte de la ligne Meiringen-Brigue.

places, et actionnés par le courant continu de deux usines hydro-électriques. La vitesse en rampe de 6 % serait de 20 kilom. et en palier de 40 kilom. Un train direct irait de Brigue à Meiringen en trois heures un quart.

Chacune des sections de la ligne est estimée à 6 millions environ, soit 216 000 francs le kilomètre pour la première section et 111 000 pour la seconde. La comparaison avec les dépenses d'établissement de lignes suisses similaires montre que ces prévisions sont rationnelles.

Le champignon des maisons.

Depuis une cinquantaine d'années, les annales de la construction ont eu à enregistrer de nombreux désastres dont les plus courants sont l'effondrement des maisons et des édifices occasionné par la présence d'un simple champignon, le *Merulius lacrymans*.

Dès 1901, le *Génie Civil* signalait (1) les études de M. Henry, professeur à l'École nationale forestière, qui après avoir rappelé les dégâts causés par ce parasite en Allemagne, en Autriche, en Russie et en Lorraine, recherchait les moyens de les prévenir. Le champignon des maisons n'est malheureusement pas spécial à l'Europe, et sa présence a été aussi fâcheusement constatée dans l'Amérique du Nord, dans l'Inde, en Afrique.

Sans vouloir donner ici l'analyse des intéressants travaux dont le *Merulius lacrymans* a été l'objet de la part de Polek, Hartig, de MM. Beauverie, Prillieux, Henry, et que résume M. Seltensperger dans le *Journal d'Agriculture pratique*, du 23 mars dernier, nous rappellerons les principales conditions qui favorisent son développement et les moyens de circonscrire son invasion.

Le *Merulius lacrymans*, fréquent dans les maisons, est rare en forêt et vit non pas en parasite, mais plutôt en saprophyte, c'est-à-dire aux dépens des bois morts. Bien qu'on puisse admettre qu'il ait eu son origine première en forêt, c'est le plus souvent de maison à maison que s'opère sa propagation, soit que les germes du mal soient transportés par les charpentiers mêmes, passant des vieilles constructions aux nouvelles, soit qu'ils soient apportés dans les bois de démolition trop souvent utilisés comme bois de construction, ou encore dans les bois de chauffage. Une fois introduit dans les habitations, le champignon s'y développe rapidement, qu'elles soient neuves ou anciennes, s'il y rencontre des conditions favorables, c'est-à-dire l'humidité et le manque d'aération; il s'étend alors sous forme de toiles, de pellicules, ou quelquefois sous l'aspect de ouate, entre les boiseries et les murs, contre les poutres, les lambris, les planchers, qu'il soulève et fait éclater. Sous son action, le bois se gonfle, devient friable, se réduit en

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVIII, n° 8, p. 128.

poussière au moindre contact. A la faveur de l'humidité, il se développe en secrétant des diastases qui forment, à l'extrémité des filaments, de petites gouttelettes ou larmes, d'où son nom de lacrymans.

La teinte de son mycelium ou partie végétative varie, avec l'âge, du blanc au rougeâtre et au gris jaune. Ses spores, d'un jaune orangé foncé, possèdent une faculté germinative très grande qui peut se prolonger, d'après Hartig, jusqu'à sept ans. Cette germination est très favorisée par les matières azotées qui dégagent de l'ammoniaque, ainsi que par le carbonate de potasse.

Les bois qu'affectionne de préférence le *Merulius* sont les résineux, puis le chêne; la température la plus favorable à son développement et à la germination de ses spores est comprise entre 25 et 30 degrés. Cependant, sous l'influence favorable de certaines substances, telles que le phosphate d'ammoniaque, il prospère à des températures plus basses.

Ces données permettent de conclure qu'il y a lieu de proscrire, dans les constructions nouvelles, l'emploi de bois insuffisamment sec, ainsi que celui des matériaux de remplissage des parquets, murs, etc. pouvant contenir, en outre d'une certaine humidité, de la potasse et de l'acide phosphorique; il faut exclure, par conséquent, les escarbilles de coke et de charbon de terre fréquemment employées à cet usage et qui en sont si riches. Ces matières pourront être avantageusement remplacées par des graviers d'assez gros calibre.

D'après M. Prillieux, les courants d'air sec seraient l'agent le plus efficace pour la destruction de ce champignon à l'intérieur des locaux. Parmi les agents chimiques, le sulfate de cuivre et le sulfate de fer ont été reconnus insuffisants, mais on a constaté l'efficacité de la bouillie bordelaise alcaline, ou même de la chaux, de l'antigerminé et, particulièrement, du carbolineum.

Mais le plus sage est de recourir aux remèdes préventifs en ne laissant livrer à la construction que des bois sains. C'est dans ce but que l'Association internationale pour l'essai des matériaux a nommé, en 1878, une Commission spéciale chargée de déterminer les meilleurs procédés d'investigation pour reconnaître, au moment de la réception des bois, la présence des germes d'infection (spores ou mycelium) et les mesures à prendre pour se préserver de leurs attaques ou entraver leur développement, si les bois en contiennent.

Les moyens dont on dispose actuellement pour reconnaître la contamination du bois sont au nombre de quatre, basés sur :

1° L'observation directe au moyen du microscope qui, lorsque l'envahissement commence à se généraliser, permet de reconnaître les filaments accompagnés de boucles qui caractérisent le *Merulius* et le différencient d'autres champignons moins dangereux;

2° La méthode de cultures sous cloche de verre saturée de vapeur à la température de 25 à 30 degrés;

3° Le pouvoir polarisant du bois suspect, dont les propriétés optiques sont différentes, selon qu'il s'agit de bois sain ou de bois attaqué;

4° Les réactifs chimiques qui permettent, par les colorations qu'ils donnent, de différencier un bois sain de celui qui est envahi par les champignons.

Il a été également reconnu que les bois coupés au printemps et en été renferment à ces époques une plus grande quantité de potasse et d'acide phosphorique : ces éléments étant éminemment favorables au développement du champignon des maisons, il y aurait donc utilité, malgré l'avis contraire de certains forestiers, à choisir, pour l'abatage, l'automne et l'hiver.

Il est d'ailleurs permis d'espérer, dès maintenant, que les expériences poursuivies actuellement à l'École forestière, sous la direction de M. Henry, viendront préciser et compléter les moyens de défense contre ce redoutable parasite.

Utilisation des sels de cuivre dans la fermentation alcoolique.

Le *Génie Civil* a déjà signalé (1) l'action spécifique qu'exercent les sels de cuivre sur certaines algues. Cette action a été mise à profit en Amérique, pour débarrasser les réservoirs d'eau potable de certaines algues qui y pullulent pendant la saison chaude, et rendent l'eau impropre à la consommation par suite de l'odeur infecte et insupportable que lui communiquent les résidus laissés par ces algues après leur mort.

M. Pozzi-Escot vient de montrer (2) que cette action des sels de cuivre est également spécifique pour certains ferments. Alors qu'ils sont d'une innocuité pratiquement suffisante pour les levures alcooliques, les sels de cuivre sont, au contraire, très nocifs, même à très petite dose, pour certains ferments parasites, notamment les ferments lactique et butyrique qu'on rencontre fréquemment dans les moûts industriels. La présence de ces ferments a, comme on le sait, pour effet de ralentir la fermentation alcoolique, de la rendre irrégulière et de diminuer le rendement en alcool.

Dans un moût ne précipitant plus par le sulfate de cuivre, celui-ci,

à une dose ne dépassant pas 0^{gr} 5 de $\text{SO}_4\text{Cu } 7\text{H}_2\text{O}$ par litre, n'a aucune action sensible sur l'évolution des levures préalablement acclimatées; ces levures semblent au contraire recevoir une impulsion très énergique : leur pouvoir ferment est accru et en même temps leur pouvoir reproductif diminué; c'est, d'ailleurs, ce qu'on observe en général pour tous les antiseptiques.

Quand on ensemeence simultanément avec une forte dose de levure acclimatée et une petite dose de ferments lactique et butyrique, un liquide sucré renfermant les éléments minéraux nécessaires au développement normal des levures et des ferments lactique et butyrique, additionné de 0^{gr} 10 à 0^{gr} 50 de $\text{SO}_4\text{Cu } 7\text{H}_2\text{O}$, on obtient une multiplication rapide de la levure et une fermentation alcoolique très active. Les ferments lactique et butyrique semblent évoluer à peine et l'acidité du moût croît faiblement. Dans les mêmes conditions, le même moût exempt de cuivre s'acidifie rapidement.

Dans les moûts industriels de mélasse ou de grain, la présence d'un sel de cuivre donne généralement lieu à une légère précipitation. On constate néanmoins une action bienfaisante très nette en faveur du sel de cuivre, même pour des doses variant de 0^{gr} 050 à 0^{gr} 100 de $\text{SO}_4\text{Cu } 7\text{H}_2\text{O}$ par litre.

Il suffit d'ajouter aux moûts acides des distilleries de mélasses 0^{gr} 100 de $\text{SO}_4\text{Cu } 7\text{H}_2\text{O}$ par litre, et souvent moins, pour obtenir des fermentations très pures et très actives.

Ce procédé paraît très économique en raison de la petite quantité de sel de cuivre qui est nécessaire pour produire l'effet cherché et du bon marché de ces sels. De plus, avec le sulfate de cuivre, on n'a pas à craindre la corrosion des appareils de distillation comme cela se produit avec d'autres antiseptiques employés au même usage.

Tachymètre à liquides.

Les figures ci-dessous, empruntées à l'*Engineering*, du 31 mars, représentent un tachymètre à deux liquides, dans lequel les indications de la vitesse sont données par la hauteur plus ou moins grande qu'occupe le niveau du liquide le moins dense dans un tube vertical.

L'appareil est tout en verre et tourne autour de l'axe vertical XX' . Il se compose d'un tube intérieur B, ouvert à sa partie supérieure, et d'un tube concentrique plus large A, fermé à sa partie supérieure. Le tube B communiquant, par les branches E, avec un réservoir où se trouvent deux liquides de densités différentes et non miscibles. La partie supérieure du réservoir communiquant par C avec la partie annulaire D, comprise entre les deux tubes A et B.

Au repos, l'ensemble formant un système de vases communicants, le niveau MM' du liquide léger est le même dans B et dans D, le liquide dense occupant seulement la partie inférieure du réservoir. Si l'appareil tourne, l'effet de la force centrifuge est de chasser le liquide lourd dans les branches E et de faire monter le liquide léger dans le tube intérieur B. La hauteur à laquelle le niveau s'établit correspond à un régime de vitesse déterminé; il suffit donc de faire tourner l'appareil à l'intérieur d'un tube

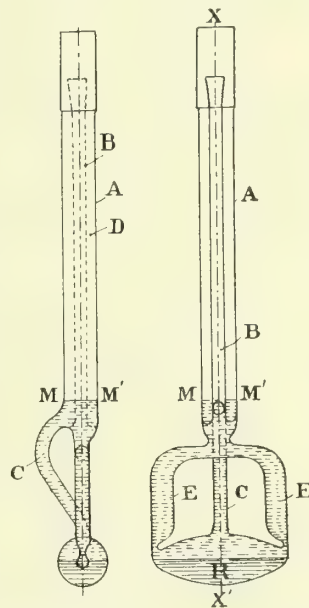


FIG. 1 et 2. — Vue de côté et coupe du tachymètre à deux liquides.

cylindrique, gradué par comparaison et à l'avance, pour lire directement sur ce tube le nombre de tours fait par l'appareil.

Au cas où la vitesse dépasserait la limite supérieure qu'on se propose d'observer, le liquide léger s'échapperait par l'orifice supérieur du tube B et retomberait dans la partie annulaire. Les parties étranglées que présentent les branches E à leur point d'insertion avec le réservoir et avec le tube B empêchent d'ailleurs les mouvements brusques des liquides et les ruptures qui pourraient en être la conséquence.

Cet appareil aurait comme avantages sur les tachymètres métalliques du type pendulaire : l'absence de ressorts et de parties frottantes, l'impossibilité d'un dérangement quelconque et la certitude des indications qu'il donne s'il a été bien gradué une fois pour toutes. Ce dernier résultat ne peut être atteint avec les tachymètres métalliques, dont les ressorts se fatiguent plus ou moins vite et obligent à étalonner l'appareil de temps à autre.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 15, p. 249, et n° 20, p. 332.

(2) *Bulletin des Chimistes de sucrerie et de distillerie*, de février.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 29 mai 1905.

Astronomie. — *Transmission précise de l'heure par le téléphone.* Note de M. E. Guyou.

A la suite d'un vœu exprimé par la Chambre syndicale de l'Horlogerie de Paris, l'Observatoire du bureau des Longitudes s'est occupé de rechercher un procédé permettant d'utiliser, pour la transmission précise de l'heure, les facilités de communication que procure le réseau téléphonique.

Il s'agissait d'obtenir un moyen de transmission susceptible de fournir au destinataire les mêmes résultats que s'il se trouvait auprès de la pendule elle-même. Ce desideratum a été réalisé par la transmission directe du bruit des battements de la pendule, au moyen d'un microphone spécial introduit dans la boîte de l'instrument, sans faire intervenir aucun contact électrique susceptible d'en troubler le mouvement. L'expéditeur se borne à numéroter à la voix deux ou trois battements et le destinataire continue à compter à l'oreille.

Ce procédé essayé, dans le réseau parisien d'abord, puis dans le réseau général, a donné d'excellents résultats; de même les navires peuvent régler leurs chronomètres sur la pendule de l'Observatoire de Montsouris.

Ce mode de transmission de l'heure paraît appelé à rendre de très grands services à l'horlogerie et aux établissements scientifiques qui ont besoin de connaître l'heure avec précision, et cela, non seulement à Paris, mais encore dans toutes les localités reliées au réseau téléphonique. Les ports de guerre et de commerce pourraient aussi se dispenser d'établir des observatoires astronomiques pour régler les chronomètres des navires en partance; de même ce système de transmission pourrait être utilisé pour la détermination des longitudes.

Botanique. — *Les Caféiers sauvages de la Guinée française.* Note de M. A. CHEVALIER, présentée par M. Ph. van Thieghem.

En dehors du *Coffea excelsa*, nouvelle espèce produisant un café dont la teneur en caféine et les qualités d'arôme et de goût font une sorte très estimable (1), il existe dans la Guinée française d'autres caféiers sauvages également intéressants. Ce sont :

1° Le *Coffea stenophylla*, espèce de goût et d'arôme exquis, qui produit le café de Rio-Nunez et qui se recommande spécialement pour être cultivée dans les pays montagneux bien irrigués et toujours sous ombrage;

2° Le *Coffea affinis*, originaire de Sierra Léone et cultivé à Conakry;

3° Le *Coffea Maclaudi*, originaire des contreforts occidentaux du Fouta-Djalon. Cette espèce cultivée fournit quatre cents grains par pied, et ne fructifie qu'une année sur deux; elle donne 10 600 graines sèches au kilogramme; le goût du café est excellent.

Chimie analytique. — *Recherche du phosphore blanc libre dans le sulfure de phosphore.* Note de M. Léo VIGNON, présentée par M. H. Moissan.

Le sulfure de phosphore industriel est employé depuis quelques années par les manufactures nationales de l'Etat français à la place du phosphore blanc dans la fabrication des allumettes ordinaires s'enflammant partout. Depuis l'adoption de ce produit la néo-rose phosphorée semble avoir disparu des manufactures françaises.

Pour que ce résultat s'obtienne d'une manière constante, il est essentiel que le sulfure de phosphore employé soit exempt de phosphore blanc libre. Par suite, la recherche du phosphore blanc libre dans le sulfure de phosphore industriel, et par extension dans le phosphore rouge, constitue un problème analytique important pour l'hygiène des manufactures: les recherches de M. Vignon ont eu pour but de résoudre ce problème.

Le sulfure de phosphore industriel correspond à la combinaison P₄S₈. Le produit pur est un corps solide jaune pâle, cristallisé, fondant à 166°-167°; on l'obtient, dans l'industrie, par réaction directe du phosphore rouge et du soufre à température convenable.

La présence du phosphore blanc libre dans le

sulfure de phosphore industriel ne peut pas être caractérisée par la méthode de Mitscherlich, mais elle est facilement mise en évidence par l'action réductrice d'un courant d'hydrogène, par la méthode de Dalmon et Neubauer.

Le phosphore blanc passe à l'état d'hydrogène phosphoré rendant l'hydrogène phosphorescent à l'air et combustible avec une flamme verte, laquelle donne de l'acide phosphorique facile à caractériser. Le sulfure de phosphore reste inaltéré dans ces conditions.

Electrotechnique. — *Fabrication électrolytique de fils métalliques très fins.* Note de M. Henri ABRAHAM, présentée par M. J. Vielle.

Ce procédé rappelle celui imaginé par Wollaston pour la fabrication des fils de platine.

Le fil dont on veut diminuer la section est pris comme électrode positive dans une électrolyse; on mesure de temps en temps sa résistance électrique, et l'on arrête le courant quand la section du fil a atteint la valeur voulue.

L'expérience se fait commodément dans une cuvette photographique en porcelaine où le fil est très visible.

Le bain doit être très dilué, afin que sa résistivité soit très grande, et que, par conséquent, le courant se distribue uniformément sur toute la longueur du fil, sans qu'il soit besoin de donner aux deux électrodes une position relative rigoureusement définie.

On peut employer, comme bain, de l'eau distillée contenant quelques millièmes de son poids de sulfate de cuivre, pour le traitement des fils de cuivre, ou bien une quantité analogue de nitrate d'argent pour le traitement des fils d'argent.

L'opération doit être conduite très lentement, afin que le sel métallique qui se forme autour du fil ait le temps de se diffuser dans le bain.

Les intensités de courant qui conviennent sont de l'ordre du centième d'ampère par centimètre carré de surface de fil. On diminue l'intensité à mesure que le fil devient plus fin: la fabrication d'un bon fil peut durer une demi-heure.

Les fils traités avec les précautions indiquées conservent une homogénéité suffisante pour qu'on puisse calculer approximativement leur nouvelle charge de rupture en divisant simplement leur charge de rupture ancienne par le rapport de leurs résistances électriques initiale et finale.

Mécanique. — *Oscillations des locomotives sous l'action de diverses forces perturbatrices.* Mémoire de M. Georges MARIÉ, présenté par M. Léauté.

L'auteur, qui a déjà étudié les oscillations des véhicules de chemins de fer (1), s'est proposé de rechercher si la répétition périodique des perturbations dues à l'inertie des pièces oscillantes et malgré l'équilibrage, est susceptible d'augmenter l'amplitude des oscillations dans une mesure telle qu'il puisse en résulter un déraillement.

Les oscillations de la locomotive sont occasionnées principalement par la force d'inertie des pièces oscillantes, par la force centrifuge des pièces tournantes et par l'influence de la concité des bandages. Ces diverses causes tendent à donner à la locomotive une oscillation autour d'un axe vertical passant par le centre de gravité, une oscillation de translation horizontale, enfin des balancements autour d'axes d'oscillations transversales et longitudinales dont M. Marié a montré l'existence.

Ces perturbations ne donneraient lieu qu'à une oscillation minime si elles n'agissaient qu'une fois, mais elles peuvent occasionner des oscillations successives dont l'amplitude augmente jusqu'à une limite plus ou moins élevée, suivant l'intensité des frottements qui les amortissent; l'auteur établit que l'amplitude maximum de ces oscillations augmente avec la vitesse, contrairement à ce que l'on croit habituellement.

On s'est demandé si les roues, par leur action gyroscopique, pouvaient opposer une résistance efficace à leur soulèvement; M. Marié montre qu'il n'en est rien. Le calcul prouve que les locomotives actuelles de trains rapides, à quatre cylindres et munies de bogies à déplacement latéral avec frottements, ne sont généralement pas sujettes à des oscillations assez fortes pour entraîner par elles-mêmes des déraillements, même aux plus grandes vitesses; mais il faut éviter de trop diminuer les frottements.

On peut même augmenter encore notablement les vitesses, sans inconvénient à ce point de vue; mais il y a lieu de surveiller la voie pour s'assurer que les efforts latéraux des locomotives, qui augmentent avec la vitesse, ne donnent pas à la longue des déplacements horizontaux des rails, ce qui pourrait occasionner des déraillements. Enfin, pour fixer la limite de la vitesse, il convient d'examiner la superposition de toutes les causes d'oscillations étudiées.

Les conclusions de l'auteur sont les suivantes: 1° il faut diminuer le plus possible les oscillations en agissant sur les causes qui les produisent; 2° il faut donner au matériel de la souplesse dans tous les sens, avec frottements partout suffisants, pour amortir rapidement les oscillations que l'on ne peut éviter.

Microbiologie agricole. — *Sur l'Oidium lactis et la maturation de la crème et des fromages.* Note de MM. J. ARTHAUD-BERTHET, présentée par M. Émile Roux.

L'*Oidium lactis* se rencontre presque toujours dans le lait, la crème, le beurre et sur les fromages au moins au début de la fabrication. Il vit un peu partout sur les substances organiques, dans le sol, sur les litières, les fourrages, etc.

En étudiant la variété qui vit dans le lait, l'auteur a été amené, en collaboration avec MM. Mazé et Perrier, à concevoir et à réaliser un appareil qui pasteurise le lait sans lui donner le goût de cuit, ni sans lui faire perdre la propriété de coaguler par la présure.

La pasteurisation ainsi comprise peut être employée dans la fabrication du beurre et des fromages et y apporter de notables améliorations. Elle détruit dans la crème les microorganismes provoquant le rancissement et favorise ainsi la conservation du beurre; d'autre part, la crème,ensemencée avec un mélange convenable de ferments lactiques provenant des meilleurs beurres de Normandie, de Bretagne et des Charentes et de levures et ferments de la caséine appropriés, donne un produit qui atteint les qualités de finesse et de bouquet des excellents beurres d'Isigny. L'*Oidium* n'intervient donc pas dans la maturation normale de la crème, mais il est par contre une cause importante du rancissement.

Dans l'industrie fromagère, l'*O. lactis* constitue souvent une véritable maladie appelée la *graisse* ou la *frisure*, particulièrement sur les fromages à mucédinées. Mais, dans certains cas, il exerce une influence favorable ou même joue un rôle essentiel dans la maturation, comme pour certains fromages belges et ceux de Camembert, de Pont-l'Évêque et de Maroilles. Pour éviter les causes de contamination, il suffit de stériliser tout le matériel employé et d'enfermer les fromages d'essai, à partir de la mise en moules, dans de grandes boîtes de Petri. Ce dispositif a permis de faire très régulièrement, au moyen de la pasteurisation du lait et d'un ensemencement rationnel de ferments, de nombreuses séries de fromages.

Les ferments lactiques sont nécessaires et indispensables pour empêcher, par l'acide lactique qu'ils produisent aux dépens du lactose, un développement exagéré de l'*O. lactis*. Ce sont donc de véritables agents autorégulateurs de la maturation. Ils aident d'autre part à l'action de la présure et favorisent considérablement l'égouttage. Un fromage sans ferments lactiques reste mou, s'égoutte mal, se déforme, est livré à diverses causes d'altération et mûrit hâtivement sans acquérir les qualités recherchées.

L'*O. lactis* ainsi que le *Penicilium* interviennent aussi dans la sapidité du fromage, directement par leur action sur ses éléments constitutifs, ou indirectement par les produits de digestion que donnent à leurs dépens certaines bactéries.

Toutes ces espèces secrètent, avec les produits sapides propres à chacune d'elles, les différentes diastases qui contribuent à faire mûrir le fromage. Toutes, en particulier, donnent la caséase, qui solubilise progressivement la caséine. En tenant compte de l'influence de l'ammoniaque, M. Arthaud-Berthet a pu fabriquer des fromages avec du lait pasteurisé et non ensemencé, et leur faire acquérir à volonté en douze heures, vingt-quatre heures ou plusieurs jours, sous l'influence de l'ammoniaque, l'aspect et la consistance de la pâte d'un fromage affiné. Il y a lieu d'utiliser convenablement ces résultats dans les caves d'affinage.

A. B.

(4) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 18, p. 294. (Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)

(4) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 20, p. 326. (Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

Les locomotives de montagne en Europe. — On peut dire qu'avant 1850, il n'existait pas de lignes de montagne; les rampes de 1 % paraissaient déjà fortes, et il existait, en Angleterre, aux États-Unis, des plans inclinés funiculaires à moteur fixe pour franchir des rampes de moins de 3 %. Cependant, quand en 1842 le créateur de la ligne du Semmering (Autriche), M. von Ghega, fit un voyage d'études en Angleterre, il y rencontra quelques rares sections à pentes de cette importance où les locomotives avaient remplacé le câble tracteur.

Aussi, pendant la construction de la ligne du Semmering, en 1850 et 1851, on disposait déjà de locomotives capables d'y circuler, et un concours fut ouvert pour l'exploitation définitive, imposant aux machines une vitesse de 11 km 500 sur rampe de 2,5 % avec remorque d'un train de 140 tonnes et charge maximum de 14 tonnes par essieu.

Dans une monographie des locomotives de montagne, par M. Rudolf SANZIN, que publie la *Zeits. des Oesterr. Ing. Ver.*, du 19 mai, les caractéristiques des quatre locomotives présentées au concours sont énumérées. Mais la solution pratique ne fut obtenue qu'un peu plus tard, avec les machines d'Engerth, à tender monté sur un châssis qui porte en même temps le foyer, tandis que la boîte à fumée et la chaudière reposent sur le châssis moteur proprement dit.

La traction, au Semmering, a été longtemps assurée par des machines de ce type, dont les modèles ont subi diverses modifications et renforcements successifs.

Plus tard, un autre concours eut lieu à l'occasion de l'ouverture de la ligne de l'Arlberg (1884); les trains de 175 tonnes devaient avoir une vitesse de 12 kilom. sur rampe de 2,5 %; on adopta un type proposé par les usines Sigl, à 4/4 essieux couplés, et pesant 55 tonnes. Des machines plus puissantes encore, à 4/5 essieux couplés, sont employées sur les réseaux du Sud de l'Autriche, de l'Engadine, et sur la ligne d'Ofoten (Norvège); d'autres, à 5/5 essieux couplés, sur les lignes de l'état autrichien, du Semmering et d'Alsace-Lorraine.

Enfin les locomotives Mallet à double train moteur, employées sur de nombreux réseaux européens, conviennent aux fortes rampes en raison de leur grand coefficient d'adhérence; il en existe à 2/3 + 2/2 et à 3/3 + 3/3 essieux couplés, pesant environ 100 tonnes, construites par Maffei à Munich ou par Borsig à Berlin.

Les machines Hagans, à double train moteur, mais où les essieux du bogie sont couplés avec ceux du train moteur principal, sont employées sur le réseau de l'État prussien.

Toutes ces machines sont sommairement décrites, avec leurs photographies à l'appui, dans l'article de M. Sanzin, et font ressortir d'un coup d'œil les progrès accomplis depuis la petite locomotive à essieu moteur unique, de 1842, fabriquée à Philadelphie par les ateliers Norris, qui ouvre la série des locomotives de montagne.

CONSTRUCTIONS CIVILES

Cirque grec, en béton armé, de l'Université d'Harvard. — On vient de terminer, à l'Université d'Harvard (États-Unis), un stadium, ou amphithéâtre pour les jeux athlétiques, qui a été construit sur le modèle des anciens stadia grecs, et qui a été entièrement exécuté en béton armé (1).

L'*Engineering News*, du 27 avril, donne la description de ce stadium et sa construction.

Ce monument qui, en plan, a la forme d'un U, comprend une partie extérieure, à section rectangulaire, constituée par trois galeries promenades superposées, dont deux à arcades ménagées dans le mur extérieur, et une série de gradins descendant depuis le haut de la deuxième galerie jusqu'à l'arène intérieure.

Au-dessous de ces gradins, se trouvent les nombreux escaliers d'accès et deux rangées de colonnes

réunies par des poutres parallèles aux galeries portant les poutres inclinées sur lesquelles sont fixés les gradins.

L'amphithéâtre mesure 175 mètres de longueur sur l'axe et 137 mètres de largeur totale, soit un développement de 423 mètres, et peut contenir 25 000 spectateurs; l'arène a 69 mètres de largeur. Cet amphithéâtre est entièrement en béton armé, sauf les poutres inclinées et les charpentes ajoutées à ces poutres pour la répartition du poids des gradins.

L'auteur décrit successivement l'ensemble, la construction des colonnes, des poutres, leur calcul, la construction des planchers, des gradins, des murs et des parapets, et les méthodes de construction de l'ensemble et des détails.

La durée de la construction a été de cinq mois.

CONSTRUCTIONS NAVALES

Études expérimentales sur la forme des coques de navires. — L'*Engineering*, du 21 avril, reproduit un mémoire présenté par M. R. E. FROUDE à l'Institution of Naval Architects, dans lequel l'auteur rappelle les expériences qu'il a faites sur des modèles réduits pour déterminer la valeur comparée des formes droites et des formes creuses qu'on peut donner à la coque des navires.

Les expériences entreprises par lui à l'établissement d'Haslar sont de deux sortes: dans les premières, faites en eau calme, on a fait usage des méthodes ordinaires; dans les deuxième, faites en mer agitée, sur des modèles très réduits et vu l'impossibilité d'obtenir des vagues de grandes dimensions, on a opéré avec un appareil producteur de vagues, imaginé par l'auteur. La description de cet appareil est donnée dans ce mémoire.

Cinq formes ont été étudiées. L'une avec des lignes creuses à l'avant et à l'arrière, qui était un modèle réduit de croiseur moderne; les deux autres étaient la même forme dont on avait remplacé par simple addition les lignes creuses soit de l'avant, soit de l'arrière, par des lignes droites. Les deux dernières étaient identiques, sauf pour la forme, en ce qui concerne la longueur, le déplacement et la hauteur du métacentre.

L'auteur représente graphiquement les résultats obtenus, notamment ceux qui concernent la stabilité et les angles maxima de tangage pour des vitesses différentes, soit en eau calme, soit en mer agitée avec des vagues de périodes et d'amplitudes différentes.

L'avantage, d'ailleurs très faible, serait plutôt en faveur des formes droites.

ÉLECTRICITÉ

La construction des lignes de chemins de fer électriques à haute tension. — Le *Street Railway*, du 1^{er} avril, reproduit à ce sujet une étude de M. DAMON, qui, après avoir examiné les divers détails d'un système de conducteurs destinés à servir de prise de courant à haute tension, conclut comme suit:

1^o Il n'y a pas de raison pour que la tension normale du fil conducteur pour lignes interurbaines n'atteigne pas au moins 6 000 volts. Cette tension est proposée comme type afin de faciliter les échanges de matériel;

2^o Pour la transformation des lignes à vapeur, il y a lieu de proposer une tension d'environ 15 000 volts sur le conducteur;

3^o Pour les lignes interurbaines, la tendance actuelle est à la suspension par chaînettes, le trolley étant dans l'axe de la voie. Le fil doit être relié à la chaînette tous les 3 mètres environ;

4^o Pour les lignes à vapeur, un fil latéral paraît offrir des avantages, des dispositions étant toutefois prises pour prévenir sa chute en cas de rupture;

5^o Un dispositif analogue au système Huber permettrait d'uniformiser la position du fil;

6^o La hauteur proposée pour le fil de trolley est de 6 mètres au-dessus de la voie et dans l'axe pour les lignes interurbaines, et 4 m 80 sur le côté pour les lignes à vapeur.

Dans le même numéro se trouve reproduite une communication sur le même sujet par M. THÉODORE VARNEY, qui décrit, avec détails de construction, divers systèmes à chaînette simple et à chaînette double, avec suspension par potences, par fil transversal ou par passerelle.

Il recommande des portées de 36 mètres, une chaînette en câble d'acier Bessemer galvanisé de 11 millimètres, et un fil de trolley de 10 mm⁴ à gorge,

suspendu tous les 3 mètres. La flèche du câble d'acier doit être d'environ 28 centimètres aux basses températures, ce qui correspond à une tension de 900 kilogr. L'auteur publie des mesures de hauteur du fil au-dessus du rail à diverses températures.

L'étude de M. Damon se trouve également reproduite par l'*Electrical Review*, du 1^{er} avril.

L'arc métallique. — Dans l'*Electrical World*, du 22 avril, M. ISADOR LADOFF rend compte d'expériences entreprises sur des arcs entre crayons renfermant diverses proportions d'oxydes métalliques réduits, et constituant en quelque sorte des électrodes métalliques.

Un arc de 3,5 ampères a donné 510 bougies (moyenne sphérique) avec des crayons contenant 80 % de ferro-titanium, 283 bougies avec des crayons à 30 % de rutile et 70 % de magnétite, et 84 bougies avec des charbons ordinaires.

L'auteur indique également les résultats obtenus en employant un crayon de carbone et un crayon de rutile. Il publie des courbes donnant la répartition du flux lumineux.

La lumière obtenue avec les crayons de titane est agréable à l'œil et riche en rayons jaunes; le rendement est plus élevé qu'avec le rutile; mais la durée plus grande des crayons de rutile rend leur emploi préférable.

Les turbo-dynamos à vapeur. — M. NIETHAMMER passe en revue, dans la *Zeits. des Ver. deutsch. Ing.*, des 13 et 20 mai, les principaux modèles de dynamos pour turbines à vapeur actuellement construits par les grandes usines (Allgemeine E. G., Brown Boveri, General Electric Co, etc.), en signalant les avantages de chaque genre de construction, les dispositifs adoptés pour le bobinage, pour le refroidissement des tôles d'induits, pour la suppression de la réaction d'induit par des enroulements compensateurs divers, etc.

Il y joint un grand nombre de plans, coupes et photographies qui montrent clairement la manière de faire adoptée dans chaque cas par les constructeurs.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

La loi de dix heures à New-York. — La décision rendue le 17 avril dernier par la Cour suprême des États-Unis, au sujet de la validité de la loi de dix heures qui vient d'être mise en vigueur dans l'État de New-York, a été vivement commentée dans les journaux politiques américains.

L'*Iron Age*, étant donnée l'influence que peut avoir ce jugement au point de vue des réglementations ultérieures du travail aux États-Unis, en résume le texte et en publie des extraits dans son numéro du 27 avril.

La loi de l'État de New-York, déclare la Cour, porte atteinte au droit de contrat entre employeur et employé, et la seule question à résoudre est celle de savoir si elle peut s'interpréter comme un règlement de police que les États américains ont pouvoir d'élaborer.

La Cour déclare, que, en l'occurrence, l'État de New-York a outrepassé ses droits et elle déplore la tendance qu'ont les États, sous prétexte de règlements, à se mêler de plus en plus des affaires personnelles du peuple.

Cette loi a donc été jugée anticonstitutionnelle.

L'auteur estime que le Bill Gompers (projet de loi de huit heures), bien que différant par son texte de la loi de l'État de New-York, sera battu en brèche auprès du Congrès par cette décision.

HYDRAULIQUE

Protection de la prise d'eau de Saint-Louis (États-Unis) contre les glaces flottantes. — La tour qui sert de prise d'eau à l'usine des eaux de Saint-Louis (États-Unis) est protégée contre les glaces flottantes du fleuve par tout un système de charpentes en bois que décrit l'*Engineering Record*, du 15 avril.

Une première charpente est placée obliquement au courant en amont de la tour. Elle mesure 18 mètres de longueur, 3 m 65 de largeur et 2 m 75 de profondeur; elle est immergée sur la moitié environ de sa hauteur. Parallèlement au courant, une autre charpente plate de 9 mètres × 2 m 15, munie de rideaux mobiles, protège l'entrée même de l'eau dans les vannes.

Ces organes de protection n'arrêtent que les blocs

(1) Voir, dans le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 26, p. 427, le théâtre grec en béton de l'Université de Californie, à Berkeley.

de glace de la surface, mais non pas les fines aiguilles de glace flottant entre deux eaux qui s'accumulent dans le puisard des pompes. Pendant certains hivers, il est nécessaire de les extraire du puisard d'une façon continue à l'aide d'une chaîne à godets spécialement disposée à cet effet. L'hiver dernier, cet appareil a retiré, pendant onze jours, près de 800 mètres cubes de glace par vingt-quatre heures.

Aussitôt que la température du fleuve descend à — 6 degrés, les aiguilles de glace commencent à se former. Ce même phénomène s'est, paraît-il, déjà produit une fois, pendant quelques heures, à l'usine hydro-électrique de Jonage, près de Lyon. On se propose d'y remédier par des dispositions nouvelles.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

Limites de sécurité des pressions de roulement. — Dans les chemins de fer, c'est le rail et non le bandage qui limite la charge. M. F. J. Spring, Ingénieur-conseil des Chemins de fer de l'Inde anglaise, a proposé la formule suivante pour la charge maximum du rail : la charge de sécurité (en kilogrammes) est égale à quatorze fois le produit de la largeur de roulement (en centimètres) par le diamètre de la roue (en centimètres). On a été ainsi jusqu'à 22,4 comme coefficient au lieu de 14, mais l'usure du rail a été anormale.

L'Engineering News, du 20 avril, compare cette règle, discutée dans son numéro du 19 novembre 1903, avec celles qui sont adoptées pour les galets de roulement des ponts par plusieurs grandes maisons de construction de ponts et trouve que ces règles coïncident sensiblement avec la formule de M. Spring et que les charges unitaires seraient, dans ce cas, 42 kilogr. pour les galets de 10 centimètres et 54 kilogr. pour les galets de 23 centimètres.

Le professeur A. L. Williston a fait de récents essais sur le roulement système Hyatt. Pour des charges de 4 tonnes à 19⁷ distribuées sur quatre supports chacun de 10 centimètres de longueur, les arbres employés étant de 38 millimètres de diamètre les coefficients de frottement ont varié à 185 tours par minute, de 0,0139 à 0,0086, soit une moyenne de 0,011 et la puissance absorbée moyenne a été de 0,0379 cheval par tonne et par boîte. A 215 tours et pour des charges variant de 3⁶ à 25⁵, le coefficient a varié de 0,0131 à 0,0076, soit une moyenne de 0,0093 et une puissance de 0,0374, ce qui correspond à des charges de 56 kilogr. par centimètre carré de surface projetée pour les vitesses les plus basses et près de 70 kilogr. pour les vitesses les plus hautes. Cela surpasse beaucoup les charges de supports ordinaires qui ne dépassent guère 17⁵ 50 pour la fonte et 10 kilogr. pour le bronze ; la Compagnie Hyatt prescrit d'ailleurs un maximum de 35 kilogr. pour l'application de son système aux chemins de fer.

Après avoir discuté ces résultats et comparé les conditions de fonctionnement de ces systèmes de roulement des ponts, l'auteur examine les limites de pression admissibles dans le cas des roulements sur le sol des rues ou des routes. En appliquant la règle de M. Spring, on trouve, pour des types de voitures qui peuvent être considérées comme les plus lourdes possibles pouvant circuler sans nuire aux voies qu'elles empruntent, des charges unitaires de 0⁸ 385 à 0⁸ 49 environ ; et 1,82 pour les voitures automobiles conformes au récent règlement de police anglais.

L'auteur résume ces données dans un tableau.

TRAVAUX PUBLICS

Le puits artésien de la Butte-aux-Cailles, à Paris. — Le puits artésien de la Butte-aux-Cailles, entrepris à Paris, dans le XIII^e arrondissement, depuis 1863, et achevé en 1904, après de multiples péripéties et de longues suspensions de travaux, descend à 582^m 40 de profondeur, et plonge de 16 mètres dans les couches de sables verts aquifères qui surmontent les argiles du Gault et les bancs de craie.

M. GESLAIN, Ingénieur des Ponts et Chaussées, retrace rapidement, dans les *Annales des Ponts et Chaussées* (1^{er} trimestre de 1905), la marche de ces travaux, successivement exécutés par MM. S.-J. et L. Dru, P. et R. Arrault.

Le tubage, commencé au diamètre de 1^m 20, fut d'abord, quand on reprit, en 1892, le fonçage abandonné depuis 1872, réduit à 0^m 90, puis à 0^m 60, 0^m 50 et enfin 0^m 40, à mesure que chacun de ces tubes

se trouvait définitivement coincé et refusait de descendre davantage.

Après coup, le tubage de 0^m 50 a été prolongé, depuis le tronçon de ce diamètre primitivement descendu, jusqu'au jour, et l'intervalle annulaire qui le séparait des anciens tubages, entièrement bétonné. La colonne liquide ascendante, après avoir franchi le tronçon de 0^m 40, conserve donc, sur tout le reste de son trajet, un diamètre constant de 0^m 50, ce qui évite les pertes de charge.

Le débit actuel du puits est de 2 500 mètres cubes par jour ; les dépenses totales, avec les canalisations et aménagements prévus, se monteront à 1 million environ.

Le nouveau viaduc de Chicago. — On vient de construire à Chicago pour le service de diverses Compagnies de chemins de fer un double viaduc métallique établi au-dessus du croisement de deux rues très obliquement à ces deux voies. Ce viaduc est constitué par deux ponts parallèles espacés de 12 mètres, l'un desservant quatre voies de la Pittsburg Chicago Cincinnati and Saint-Louis Railway, l'autre desservant deux voies de la Chicago Terminal Railroad Co.

L'Engineering Record, du 29 avril, donne la description de ces travaux. L'auteur indique les mesures que l'inclinaison des ponts sur les rues et des rues l'une sur l'autre ont forcé de prendre en ce qui concerne la répartition des travées et l'emplacement des colonnes pour produire le minimum de gêne à la circulation au-dessous. Il examine ensuite successivement la construction des fondations des colonnes, les poutres, leur charge, leur construction, le tablier et ses détails de construction, les colonnes.

L'ensemble des parties métalliques pèse environ 4 400 tonnes.

La longueur de ces ouvrages est d'environ 192 mètres ; leur largeur 47 mètres environ.

Ouvrages récemment parus.

Manuel du constructeur de moulins et du meunier, par F. BAUMGARTNER, Directeur de l'École de Meunerie de Munich-Schwabing, et L. GRAF ; traduit de l'allemand par Paul SCHÖREN, Ingénieur des Arts et Manufactures. Tome III : *Fabrication des farines*. — Un volume in-8^e de 430 pages, avec 159 figures et 6 planches. — Béranger, éditeur, Paris, 1905. — Prix : relié, 20 francs.

Après avoir étudié les *Machine de meunerie* (1) et la *Construction des moulins*, MM. Baumgartner et Graf consacrent un volume d'égale importance à la meunerie proprement dite. Ce volume, où l'on trouve toute l'histoire de l'industrie meunière, contient un grand nombre de données et de conseils pratiques qui n'avaient pas trouvé place dans les précédents, d'allure plus technique.

Le premier perfectionnement apporté à l'habitude primitive de cuire à l'eau du blé écrasé et non tamisé, a été l'emploi de petites meules, manœuvrées à bras par les esclaves grecs ou romains.

Plus tard, le tournant de meules allemand a constitué le type général des moulins d'Europe ; chaque paire de meules était commandée, par engrenage conique à dents en bois, par une roue hydraulique placée au-dessous.

La transformation de ces petits moulins en grandes installations, prenant finalement le caractère d'usines très perfectionnées, s'est d'abord faite aux États-Unis.

Les moulins américains étaient construits presque entièrement en bois ; les Anglais, en adoptant leurs engins, les fabriquèrent en fer et en fonte, et leur adaptèrent la commande par machine à vapeur, qui commençait à se répandre dans le pays. Cette commande entraînait le groupement d'une série de tournants autour d'une grande roue dentée principale, actionnée par l'arbre de la machine.

Les constructeurs français ont également apporté nombre d'améliorations dans le domaine de la meunerie : la commande par courroies, avec galets de tension facilitant l'embrayage et le débrayage sans arrêter la machine ; le distributeur centrifuge pour alimenter les meules ; les tarares et les trieurs ; les désintégrateurs ; les sasseurs, et bien d'autres appareils secondaires.

C'est dans l'Europe centrale, par contre, qu'on a installé, dans la première moitié du XIX^e siècle,

d'ailleurs avec peu de succès, les premiers moulins à cylindres cannelés en fer. Jusqu'à cette époque, on travaillait le blé le plus rapidement possible, souvent en une seule passe. Les mauvais résultats obtenus ainsi avec le blé dur d'Autriche conduisirent à la mouture progressive, avec huit ou dix repassages successifs, aujourd'hui universellement adoptée.

Enfin, la période actuelle se caractérise par l'emploi de plus en plus général des moulins à cylindres (ceux-ci d'abord en porcelaine rugueuse, puis en fonte durcie), et aussi par l'invention des plansichters ou bluteries oscillantes, sans compter les perfectionnements de détail dans leassage, dans le nettoyage et le lavage du blé, dans les appareils de transport, les ensacheurs, etc.

Leçons d'électricité industrielle, par J. PIONCHON, directeur de l'Institut électrotechnique de l'Université de Grenoble. (Tome II, 2^e fascicule). — Un volume in-8^e de 485 pages, avec figures. — A. Grattier et J. Rey, éditeurs, Grenoble, 1905. — Prix du tome II complet : 20 francs.

Le Génie Civil a déjà rendu compte du tome I^{er} et du 1^{er} fascicule du tome II^e des *Leçons d'électricité industrielle* que professe M. Pionchon à l'Institut électrotechnique de Grenoble (1). Après avoir consacré, dans le précédent fascicule, quinze leçons à l'induction magnétique et à l'induction proprement dite, l'auteur publie aujourd'hui les vingt-cinq suivantes, qui traitent respectivement :

De l'alternatif-électrocinétique : inductance, impédance, capacité, forces électromotrices polyphasées, formules générales relatives aux lignes triphasées, grandeurs électriques périodiques (sinusoïdales ou non) ;

De l'alternatif-électromagnétisme : champs magnétiques alternatifs, champs tournants industriels ;

De l'alternatif-électrothermie : effet Joule, courants de Foucault, arcs électriques à courant alternatif ;

De l'alternatif-chimie : électrolyse par courants alternatifs et clapets électrolytiques ;

Enfin, de l'électro-énergétique : énergie et puissance électrique dans le cas de courants continus, variables, alternatifs, etc. ; mesures de la puissance électrique (wattmètres, compteurs, etc.)

Ainsi se trouve complété l'important ouvrage de M. Pionchon, dont l'étude se recommande aussi bien aux étudiants qu'aux Ingénieurs désireux de préciser leurs connaissances théoriques en électricité.

Jahrbuch für das Eisenhüttenwesen (Annuaire de la Métallurgie), 3^e année, par Otto VOGEL. — Un volume in-8^e de 465 pages, avec figures. — Bagel, éditeur, Düsseldorf, 1905. — Prix : relié, 10 marks.

L'Annuaire que fait paraître chaque année M. Otto Vogel, sous les auspices de l'Union des Métallurgistes allemands, est destiné à résumer les progrès de la métallurgie du fer pendant l'année précédente.

Après une introduction où sont étudiées les questions générales, et où la situation actuelle de la sidérurgie dans chaque pays est examinée en détail, viennent des chapitres relatifs :

Aux combustibles : bois, tourbe, houille, coke, pétrole, gaz de différentes natures ; aux foyers ; aux matériaux réfractaires ; aux scories, aux minerais de fer, de chrome, nickel, tungstène, titane, molybdène, etc. ; aux usines métallurgiques (hauts fourneaux, fonderie, fabrication du fer et des pièces de construction métallique) ; aux propriétés physiques et chimiques du fer, aux alliages, et enfin aux essais de matériaux (analyses, essais mécaniques et métallographiques).

Sur chaque point l'auteur renvoie aux principaux articles publiés par les revues techniques allemandes, françaises, anglaises et américaines ; l'ouvrage forme donc une bibliographie très complète de tout ce qui a paru d'important sur la sidérurgie pendant l'année.

(1) Voir le Génie Civil, t. XL, n° 23 p. 420, et t. XLV, n° 4, p. 64.

(4) Voir le Génie Civil, t. XLIV, n° 4, p. 16.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Métallurgie** : Les aciers à outils à coupe rapide. Préparation et emploi dans les ateliers, p. 105; J. GARNIER. — **Travaux publics** : Les ponts métalliques, système Vierendeel. Pont à arcades d'Avelghem (Belgique) (*planche VII*), p. 108; A. MORIZOT. — **Chimie industrielle** : Préparation de l'eau oxygénée par le perborate de soude, p. 112. — **Études économiques** : Les Comptoirs de vente en commun, p. 113. — **Variétés** : Mesure de la vitesse de l'eau dans les conduites forcées, au moyen du tube de Pitot-Darcy, p. 115; — Prospection électrique des mines, p. 115; — Mesure directe de l'action des vagues, p. 116; — Appareil pour la dessiccation des substances

pâteuses et particulièrement du lait concentré, p. 117; — Élévateur à charbons de la gare de Grunewald (Berlin), p. 117.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Société des Ingénieurs civils (2 juin 1905), p. 118; — Académie des Sciences (5 juin 1905), p. 118.

BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 119; — Ouvrages récemment parus, p. 120.

INFORMATIONS : Salon de la Société des Artistes français. Les récompenses, p. 120; — Pont transbordeur sur la Mersey, p. 120.

Planche VII : Pont métallique à arcades, système Vierendeel, à Avelghem (Belgique).

MÉTALLURGIE

LES ACIERS A OUTILS A COUPE RAPIDE

Préparation et emploi dans les ateliers.

Une définition rigoureuse des aciers à outils dits « à coupe rapide » serait peut-être prématurée à l'heure actuelle, car leur composition et leur fabrication varient suivant leur provenance. Nous nous bornons à faire remarquer que l'emploi de ces produits, en permettant

cennes, où MM. Taylor et White, Ingénieurs de la Bethlehem Steel Manufacturing Co, montrèrent que l'on pouvait avec certains aciers spéciaux atteindre une vitesse de coupe égale à 50 mètres par minute, chiffre jugé considérable à cette époque.

Ces expériences eurent un grand retentissement. Ingénieurs et spécialistes, en visitant le stand où fonctionnaient les machines américaines, purent vérifier qu'en effet les nouveaux outils enlevaient des poids énormes de métal en une seule passe, et sans rien perdre de leur tranchant, bien que pendant le travail les pointes de ces outils s'échauffassent parfois jusqu'au rouge. D'énormes copeaux s'enrou-

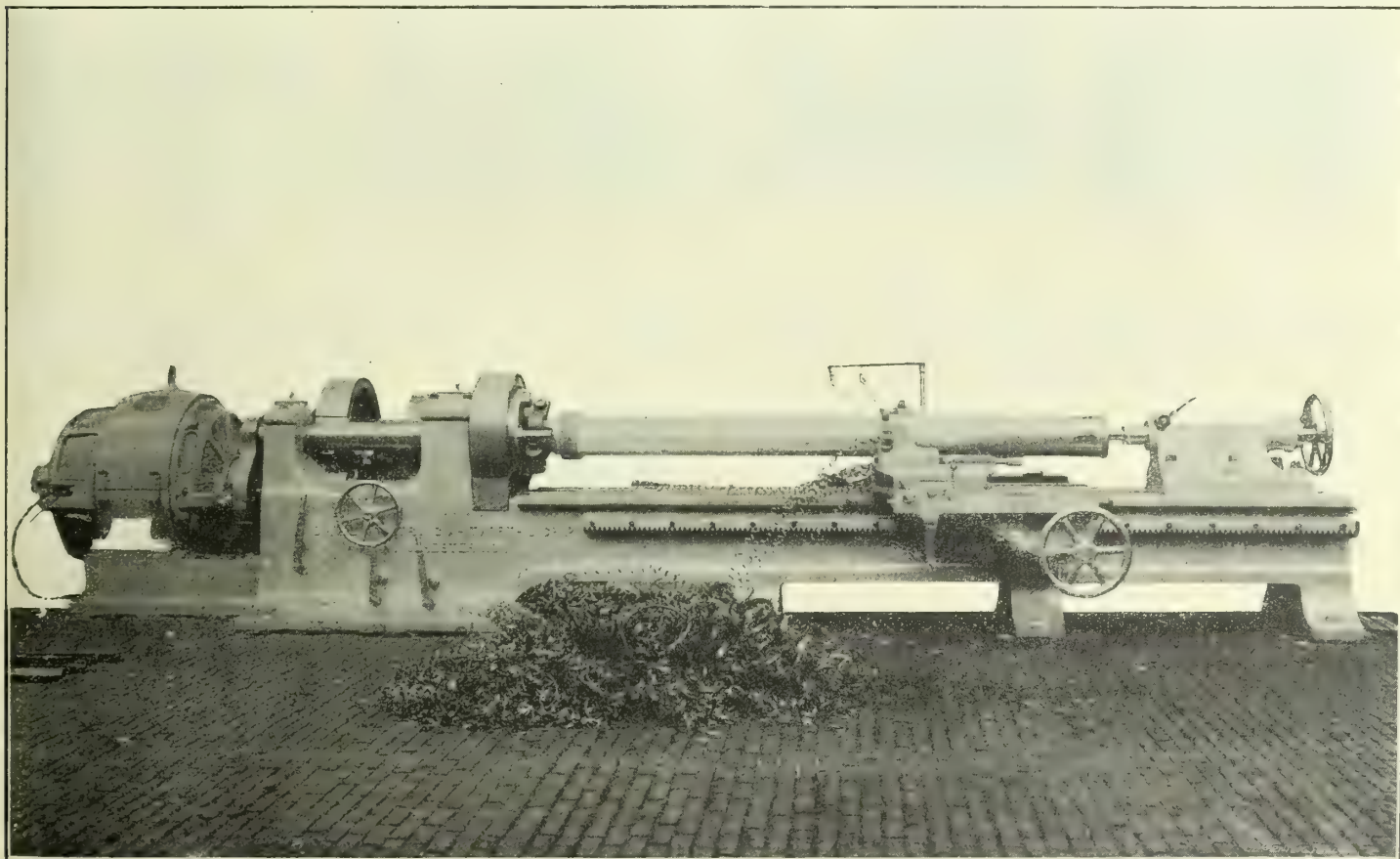


FIG. 1. — TOUR A GRANDE VITESSE DE LA MAISON ARMSTRONG, WHITWORTH ET C^{ie}.

Hauteur de pointes : 6^m 305; — Longueur entre pointes : 3^m 05; — Puissance du moteur électrique : 50 chevaux; — Profondeur de coupe : 19 millimètres; — Vitesse : 43^m 7 par minute; — Avance : 7 millimètres par tour; — Vitesses de plateau : 25 à 300 tours par minute.

d'augmenter dans une proportion considérable la production des ateliers, amènera sous peu une véritable transformation non seulement dans la pratique industrielle, mais encore dans la construction des machines-outils, appelées dorénavant à fournir des vitesses et à supporter des efforts bien plus considérables que par le passé. Le but de cette étude est de donner quelques renseignements sur la composition et la fabrication de l'acier à outils suivis de quelques exemples de son emploi dans les grands ateliers.

Les premières expériences publiques réalisées avec des outils à coupe rapide se firent lors de l'Exposition de 1900, à l'annexe de Vin-

laient en bleuissant sous l'effet de la très haute température engendrée par le travail. Les résultats de ces essais renversaient les règles qu'une longue pratique avait sanctionnées jusqu'ici.

La découverte de MM. Taylor et White avait été précédée et préparée en quelque sorte par les travaux de Robert Mushet, qui avait, trente ans auparavant, trouvé une formule d'acier qui augmentait notablement déjà la puissance de coupe. Depuis 1900, les progrès ont été rapides, comme le montrent quelques chiffres que nous donnons au cours de cette étude.

A l'heure actuelle, les aciers rapides sont des alliages à base de fer

renfermant, à doses variables, du carbone, du tungstène, du chrome, du molybdène et du silicium. Dans certains aciers, la proportion de silicium va jusqu'à 2,5 %, alors que d'autres ne contiennent pas de ce métal.

Nous allons examiner successivement l'influence des éléments étrangers que nous venons d'énumérer.

Carbone. — D'après les travaux de M. Gledhill, Ingénieur en chef de la Maison W. G. Armstrong, Whitworth and Co, de Manchester, il semble que la meilleure proportion de carbone à adopter pour l'acier à outils varie entre 0,4 et 0,9 %. On obtient ainsi une ténacité assez satisfaisante. Pour tremper des outils en acier de cette teneur, on les chauffe au-dessous du point critique et on les refroidit rapidement dans le vent d'une soufflerie. Le carbone introduit à plus hautes doses augmente la fragilité des outils et les rend plus difficiles à forger.

Chrome. — Les additions de chrome dans l'acier à outils se font dans le même but que les additions de tungstène; pourtant le résultat final n'est pas le même: le chrome en effet rend le métal beaucoup plus fragile et, d'autre part, il n'agit pas d'une manière aussi énergique que le tungstène. L'addition d'une faible quantité de chrome est à recommander pour les outils destinés à travailler l'acier doux; avec un métal plus dur les résultats sont moins satisfaisants et il faut alors augmenter le pourcentage de chrome, en ayant soin de diminuer d'une quantité correspondante celui du carbone pour obtenir le rendement maximum.

Le vanadium produit les mêmes effets que le chrome, mais sa cherté plus grande en limite l'emploi.

Tungstène. — Ce métal est un élément caractéristique de l'acier rapide.

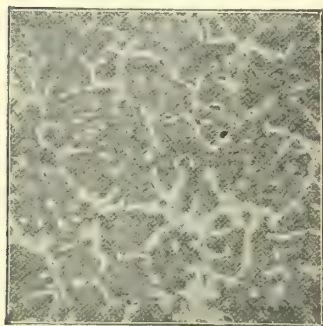


FIG. 2. — Acier à coupe rapide coulé.

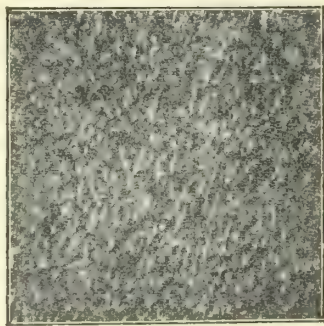


FIG. 3. — Acier à coupe rapide trempé à l'huile.

Il a en effet la propriété de communiquer à l'acier une très grande dureté, surtout lorsqu'on l'associe au chrome ou au manganèse. On l'incorpore dans une proportion qui oscille entre 9 et 16 %. On obtient ainsi un produit excellent au point de vue du tranchant de l'outil, mais dont la fragilité est assez grande et doit être corrigée par un traitement approprié. Chose remarquable, l'acier contenant 18 à 27 % de tungstène devient plus doux et plus tenace et les outils faits de ce métal sont moins résistants.

Molybdène. — L'addition de cet élément semble procurer les mêmes avantages que celle du tungstène. Le molybdène aurait de plus une influence spécifique beaucoup plus grande, car il en faut beaucoup moins pour produire les mêmes effets; de plus la température de trempe est inférieure pour l'acier au molybdène qui n'exige pas d'être chauffé au delà de 1 000 degrés centigrades. Malheureusement le prix actuel de ce métal en restreint notablement l'emploi.

Silicium. — Les aciers au silicium donnent également des métaux très durs, employés pour outils, à la condition que la teneur en carbone soit convenable; ces métaux contiennent souvent du manganèse.

M. Gledhill, à qui nous empruntons une partie des renseignements qui précèdent, a trouvé, après de nombreux essais, que l'acier à coupe rapide dont l'emploi semble le mieux convenir à la pratique courante doit présenter la composition suivante :

Carbone	%	0,55
Chrome		3,5
Tungstène		13,5

Les résultats industriels obtenus avec un acier de cette composition, que fabriquent actuellement les Établissements Armstrong, semblent vérifier cette opinion. Quelques-uns de ces résultats sont donnés plus loin.

PROPRIÉTÉS CARACTÉRISTIQUES. — L'acier à coupe rapide a pour propriété caractéristique de pouvoir supporter, sans perdre sa trempe, les hautes températures auxquelles il se trouve porté par suite du travail qu'on exige de lui. Un acier au carbone ordinaire, contenant par exemple 1,20 % de carbone, devient excessivement dur lorsqu'on le refroidit brusquement dans l'eau après l'avoir chauffé au delà du point critique, mais un outil fait avec cet acier se détrempe graduellement en travail s'il s'échauffe au delà de 260 degrés, et sa capacité de travail se trouve

par le fait considérablement réduite. Avec des aciers rapides, la température limite se trouve reportée beaucoup plus haut, à 600 degrés même, et l'expérience a démontré que plus la température de trempe est élevée au-dessus du point de transformation, plus la température limite en question devient elle-même élevée, lorsque l'outil a été trempé par refroidissement brusque. Avec des aciers ordinaires, il est indispensable de refroidir très rapidement pour tremper l'outil, mais l'opération peut être moins rapide pour les aciers à grande vitesse de coupe, bien que leur dureté se trouve également augmentée par une trempe brusque.

Pour expliquer le mécanisme de la trempe et du revenu de l'acier rapide, nous ne croyons pouvoir mieux faire que de reproduire quelques lignes de l'intéressante étude publiée par M. Le Chatelier dans la *Revue de Métallurgie* (1) :

L'acier éprouve à 700 degrés un changement de nature qui a été étudié dans tous ses détails par M. Osmond. Cette transformation, comme beaucoup de transformations chimiques, a lieu avec plus ou moins de retard suivant les circonstances. A l'échauffement, la transformation aura lieu au dessus de 700, par exemple entre 750 et 800, suivant la rapidité du chauffage. Au refroidissement, elle aura lieu au-dessous de 700. La vitesse de cette transformation à une température donnée est régie par une loi générale des transformations chimiques. Elle est d'autant plus grande : 1° que la température absolue en question est plus grande; 2° qu'elle est plus éloignée du point de transformation.

Au-dessus du point de transformation, ces deux causes agissent dans le même sens. La vitesse croît donc très rapidement et pratiquement il est impossible de chauffer le métal notablement au-dessus du point de transformation, sans que celle-ci se produise. Au-dessous du point de transformation, pendant le

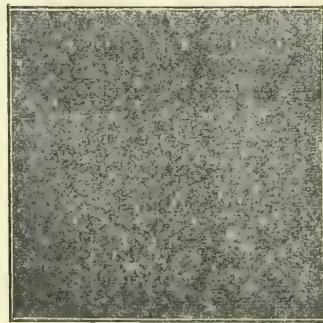


FIG. 4. — Acier à coupe rapide recuit.

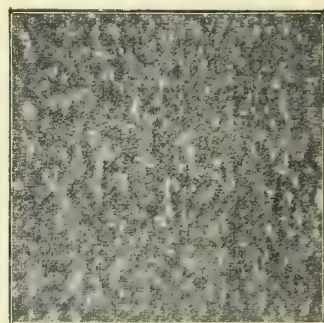


FIG. 5. — Acier à coupe rapide forgé normalement.

refroidissement, les deux causes au contraire agissent en sens inverse. Il en résulte que la vitesse de transformation, nulle immédiatement au voisinage du point de transformation, va d'abord en croissant, passe par un maximum, puis décroît de nouveau pour s'annuler aux très basses températures. La grandeur et la position de ce maximum varient d'ailleurs avec des circonstances nombreuses.

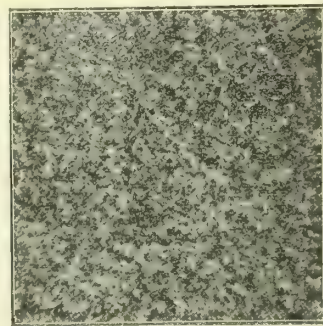


FIG. 6. — Acier à coupe rapide trempé à l'huile, puis adouci partiellement par recuit.

ble, le métal perd peu à peu sa dureté et se rapproche progressivement de son état malléable, normalement stable à froid; on dit qu'on le fait *revenir*. Pour les aciers au carbone ordinaires, ce revenu commence à se faire sentir d'une façon un peu notable aux environs de 200 degrés. La présence de certains corps étrangers a une très grande influence sur ces vitesses de transformation. Le tungstène en particulier retarde le revenu, et en présence de ce corps ce n'est guère qu'au-dessus de 300 degrés qu'on obtient l'adoucissement produit sur les aciers ordinaires à la température de 200 degrés. M. Osmond a reconnu en outre que pour les aciers au chrome et au tungstène, la température initiale à laquelle ils avaient été chauffés avait une influence extrêmement considérable sur le revenu. Plus l'acier a été chauffé à une température élevée, plus long est son revenu aux basses températures.

PRÉPARATION ET TRAITEMENT DES ACIERS RAPIDES. — L'expérience a démontré que l'acier au creuset, destiné à la fabrication des outils, doit être tiré de minerais de première qualité, tels que la magnétite et l'oligiste, qui sont presque complètement dépourvus de phosphore et

contiennent parfois du manganèse. Les gisements de la Suède sont remarquables par l'abondance de ces minerais, et l'acier à outils qu'on en tire donne les meilleurs résultats au point de vue de la durée et de la qualité du tranchant des outils. L'inconvénient est que de tels minerais sont très coûteux. Nous sortirions du cadre de cette note en décrivant la méthode, d'ailleurs bien connue, d'élaboration des aciers au creuset. Qu'il nous suffise de dire que c'est la seule qui convienne à la fabrication des aciers à outils. Nous nous bornerons à souligner ici quelques détails de fabrication et de traitement qui s'appliquent plus spécialement à la production de l'acier à outils.

Après que cet acier a été étiré en barres, il est indispensable de recuire ces barres d'une façon complète, afin d'éliminer les tensions moléculaires qui ont pu se produire au cours de la fusion et du forgeage et de donner aux barres la malléabilité nécessaire à la fabrication des divers outils, fraises, forets, tarauds, etc. Le recuit a encore pour objet de réduire au minimum les risques de tapure et autres défauts qui se produisent parfois quand on réchauffe un outil pour la trempe ou pendant le travail d'une fraise de forme plus ou moins compliquée. L'opération de recuit se fait préférentiellement dans des fours à mouffles chauffant par rayonnement seulement et maintenus à une température de 750 degrés environ pendant douze à dix-huit heures suivant

la section des barres. Les outils tels que les forets, fraises, etc., doivent en outre être recuits après la trempe. Le tableau ci-après nous montre les effets de cette opération sur de l'acier rapide présentant la composition donnée plus haut. On remarquera l'excellente ductilité de l'échantillon n° 2, ductilité qui permet à l'outil fait avec ce métal de supporter aisément les efforts qui lui sont appliqués pendant le travail. Nous donnons également quelques photographies (fig. 2 à 6), représentant des coupes faites sur ces aciers.

NUMÉRO de l'échantillon	ÉTAT	LIMITE ÉLASTIQUE kg cm ²	CHARGE de RUPTURE	ALLONGEMENT en %	CONTRACTION en %	REMARQUES
1	Normal	"	179	"	"	"
2	Recuit	44	93	18	15	Fibreux
3	Trempé	"	99	"	"	"
4	Trempé et recuit	"	112	"	"	"

La fabrication des outils proprement dite comprend trois opérations : la forge, la trempe et l'affûtage. Ces opérations doivent être simples, autrement l'emploi des aciers rapides ne se généraliserait pas. Dans le cas de l'acier déjà cité, un ouvrier de compétence moyenne peut les entreprendre sans difficulté. Il faut ajouter que les risques de « brûler » l'acier sont beaucoup moins grands qu'avec l'acier ordinaire, ce qui simplifie le travail. Pour forger, il faut chauffer l'acier jusqu'à 1 000 degrés et le travailler jusqu'à ce que la température ait baissé d'environ 200 degrés, après quoi il faut une nouvelle chauffe. Un feu clair au coke est préférable. Il est essentiel de bien veiller à ce que, pendant la chauffe, la chaleur pénètre bien uniformément jusqu'à l'axe de la barre car autrement le métal ne s'étendrait pas également sous le marteau et il en résulterait probablement des tapures. Il faut éviter de casser les barres à froid, car on pourrait faire naître ces tapures aux extrémités.

La température de trempe varie suivant la nature de l'outil que l'on traite. Pour les outils à tourner ou à raboter, la pointe seulement de l'outil doit être chauffée au blanc soudant. Puis on place

l'outil sous le vent d'une soufflerie qui le refroidit rapidement, et il ne reste plus que l'opération de l'affûtage. Celle-ci exige quelques soins. Les meules à émeri ont l'inconvénient d'échauffer trop l'outil, sur lequel l'eau de refroidissement peut faire naître des tapures. Une bonne meule en grès bien humide est donc préférable pour l'affûtage; mais si l'on ne disposait que de meules en émeri, on pourrait affûter l'outil avant de le tremper sur une de ces meules et sans employer d'eau. Lorsqu'il s'agit de forets, de fraises, ou d'outils similaires, le procédé d'affûtage employé est le suivant :

On se sert d'un fourneau à moufle spécial chauffé au gaz, divisé en deux compartiments revêtus de brique réfractaire; le gaz et l'air entrent dans l'appareil par des brûleurs disposés à l'arrière du four et on règle la combustion de façon que l'un des compartiments soit maintenu à une température constante de 1 200 degrés, tandis que l'autre est à une température beaucoup plus basse.

Pour tremper, on place d'abord les outils sur le four, puis dans le compartiment supérieur et enfin dans le compartiment inférieur. De cette façon la chauffe est graduelle. On ne retire les outils que lorsque leur couleur se confond à peu près avec celle de l'intérieur du four et on les place sous le vent de la soufflerie en les tournant constamment afin que toutes les parties soient également ex-

posées au courant d'air. Lorsqu'il s'agit de fraises, on les laisse refroidir jusqu'à ce qu'on puisse les manier facilement, et on les plonge alors dans un bain de suif à 94 degrés que l'on porte graduellement à 280 degrés, après quoi on les retire immédiatement pour les plonger dans un bain d'huile froide.

Bien entendu, le procédé que nous venons de décrire n'est pas le seul et il en existe d'autres qui sont excellents. Lorsqu'on dispose du courant électrique par exemple, on peut se servir avec avantage de l'appareil représenté dans le schéma ci-joint (fig. 8).

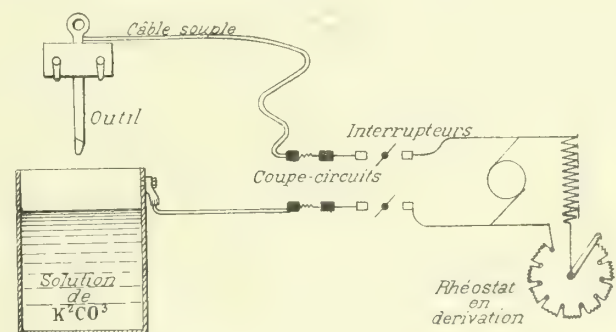


Fig. 8. — Dispositif pour la trempe électrique de l'acier.

Un réservoir en fonte est rempli de carbonate de potasse; l'outil à tremper est fixé au câble négatif d'un circuit alimenté par une dynamo dont l'excitation en dérivation est munie d'une résistance de réglage, tandis que le réservoir communique avec le câble positif. On fait passer le courant et l'on plonge graduellement l'outil dans la solution jusqu'à immerger complètement la partie que l'on veut tremper. Au moment voulu, on coupe le courant, et la solution sert alors de bain de trempe. Dans d'autres appareils électriques on se sert de l'arc électrique pour chauffer la pointe de l'outil.

APPLICATIONS. — L'emploi de l'acier à coupe rapide dans un atelier a pour effet d'augmenter d'une façon notable le rendement de l'instal-

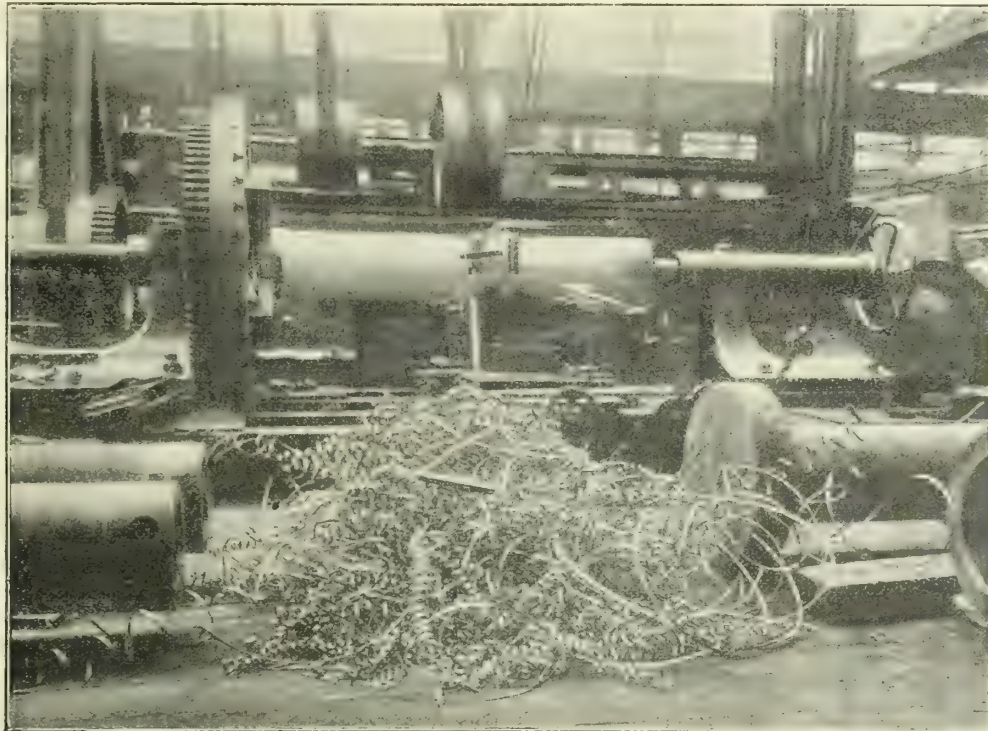


Fig. 7. — Résultat de 45 minutes de travail avec un tour muni d'outils en acier à coupe rapide.

Vitesse de coupe : 43 m 8 par minute; — Profondeur de coupe : 4 mm 8; — Avance : 1 mm 6 par tour.

lation et cet accroissement n'est pas seulement dû à l'économie de temps réalisée. Car, en nous plaçant au point de vue purement mécanique, il nous sera facile de démontrer par quelques exemples qu'avec une même puissance on peut enlever plus de métal à une pièce lorsqu'on augmente la vitesse de coupe. En d'autres termes, l'accroissement de puissance nécessaire pour obtenir une coupe rapide est loin d'être proportionnel à l'augmentation de l'effet utile réalisé.

Ainsi, dans une expérience effectuée récemment aux Établissements Armstrong, il a fallu dépenser une puissance de 5,16 chevaux pour couper de l'acier dur à raison de 5^m 2 par minute avec une avance de 1^{mm} 6 et une profondeur de coupe de 4^{mm} 8. On a pu réaliser une économie de puissance de 19 %, à production égale, en conservant la même avance et la même profondeur, et en portant simplement la vitesse de coupe à 13 mètres par minute.

Dans un autre essai où l'on employait une avance de 1^{mm} 6 et une profondeur de coupe de 9^{mm} 6, l'économie fut trouvée être de 28 % et, d'une façon générale, on trouva qu'on accroissait le rendement en augmentant la quantité de métal enlevé dans un même temps.

Signalons en outre un autre avantage qui résulte de l'emploi de l'acier rapide. On peut arriver maintenant à travailler et finir les pièces au sortir du laminier, sans être obligé de les forger au préalable. On supprime ainsi une opération longue et coûteuse, et, de plus, le travail de la pièce laminée se fait plus facilement et plus rapidement même que le travail d'une pièce de forge si l'on fait choix de machines appropriées.

Les figures 1 et 7 montrent des tours utilisant l'acier rapide en plein fonctionnement, et permettent de se rendre compte des dimensions des copeaux obtenus en cours du travail.

Nous indiquerons, en outre, quelques résultats obtenus avec les forets en acier rapide, car on a essayé à plusieurs reprises et le plus souvent sans succès, d'utiliser l'acier à trempe naturelle pour la fabrication de ces outils. Avec une mèche hélicoïdale, en acier "AW" de 25 millimètres de diamètre, forant des plaques d'acier épaisses de 50 millimètres à raison de 250 tours par minute, avec un serrage de 125 millimètres par minute, on peut facilement percer 150 trous sans aucun affûtage.

Voici du reste une expérience comparative, exécutée dans les ateliers de la maison W. G. Armstrong Whitworth and Co, et qui met bien en évidence les qualités respectives des aciers rapide et ordinaire.

Il s'agissait de percer des châssis à canons, épais de 125 millimètres. Un foret ordinaire d'origine américaine, employé dans ce but, fut rapidement mis hors d'usage; la pointe en était complètement brûlée au bout de quelques tours. Un foret "AW", astreint au même travail, perça 124 trous dans les mêmes conditions de vitesse et de serrage et sans subir le moindre dommage. Les deux forets avaient 50 millimètres de diamètre et faisaient 80 tours par minute chacun; il fallait six minutes pour percer un trou.

Citons un autre exemple relatif cette fois au perçage de la fonte: un foret "AW" de 25 millimètres de diamètre a percé 30 trous dans une pièce en fonte épaisse de 750 millimètres, le serrage étant de 185 millimètres par minute. On peut compter qu'avec les nouveaux forets en acier rapide, la rapidité du travail se trouve augmentée dans le rapport de 1 à 5 ou 6 environ.

La fabrication des fraises constitue l'une des plus importantes applications de l'acier rapide. On donne, en effet, aux fraises des formes plus ou moins compliquées et leur construction revient par suite très cher. De plus leur affûtage, ainsi que le revenu qu'on est obligé de faire subir au métal, exige de grands soins et une certaine dépense de temps et de travail. Or on obtient avec de l'acier rapide des fraises qui travaillent plus longtemps et plus rapidement, et s'émoussent moins vite que les autres. Il y a là une triple économie qui est très appréciable, surtout lorsqu'il s'agit du travail dans les grands ateliers. Comme exemple nous citerons un travail effectué avec des fraises en acier rapide de 100 millimètres de diamètre sur 50 centimètres de largeur, sur des pièces en acier au creuset qu'il fallait dresser. Ces fraises ont permis de réaliser une vitesse de 27^m 5 par minute, avec une avance de 39 millimètres par minute et 8 millimètres de profondeur à chaque passe. Une fraise ordinaire, assujettie au même travail, même à une vitesse moindre, s'émousserait au bout de six heures.

On a fait à l'acier rapide le reproche d'être excessivement fragile, et de ne servir d'ailleurs qu'au dégrossissage des pièces.

Pour ce qui est de la fragilité, on peut affirmer que ce défaut ne se manifestera pas si les outils sont convenablement trempés et recuits et si l'on a soin de leur assurer une large surface d'appui sur leurs supports. Comme exemple à l'appui de cette opinion, nous pouvons citer le cas d'un outil de section carrée, de 32 millimètres de côté, qu'on employait à tourner de l'acier forgé ayant 160 kilogr. par millimètre carré de charge de rupture (avance 6 millimètres par tour, profondeur de coupe 22 millimètres, vitesse 28 mètres par minute). Cet outil enlevait à la pièce le poids incroyable de 2 050 kilogr. par heure, et l'effort qu'il subissait a été trouvé être de 125 kilogr. par millimètre carré. Bien entendu, il faut éviter à l'outil toute fatigue

inutile, et à cet effet il est bon de réduire au minimum la distance entre la pointe de l'outil et son support.

Quant au second reproche formulé contre l'acier rapide, qu'il ne peut finir les pièces aux vitesses employées pour le dégrossissage de ces pièces, il nous paraît que ce reproche doit plutôt s'adresser aux machines actuelles qui ne sont pas construites en vue de l'utilisation de l'acier rapide. Certains fabricants se sont d'ailleurs préoccupés de cette difficulté, et les machines qu'ils construisent permettent d'augmenter les vitesses non seulement au dégrossissage, mais encore pendant le finissage.

J. GARNIER.

TRAVAUX PUBLICS

LES PONTS MÉTALLIQUES, SYSTÈME VIERENDEEL

Pont à arcades d'Avelghem (Belgique).

(Planche VII.)

Les méthodes de calcul des poutres en treillis à assemblages rigides sont nombreuses: mais simples ou compliquées, elles reposent toutes sur l'hypothèse de l'articulation aux nœuds. En remplaçant dans la construction les articulations par des assemblages rigides, il n'est pas certain que les efforts calculés soient effectivement ceux qui se produisent: on détermine, en effet, un moment d'encastrement à chaque extrémité de chaque barre qui, outre l'effort direct de tension, se trouve ainsi sollicitée par un effort tranchant et un moment fléchissant. Dans ces conditions, il peut arriver que la limite d'élasticité soit près d'être atteinte, alors que le calcul, tout en tenant compte, dans une certaine mesure, des fatigues secondaires, indique que cette limite est encore éloignée.

C'est pour éviter ces inconvénients du treillis rigide et en s'inspirant en même temps des résultats d'expériences instituées en Europe dans le courant de ces dernières années, pour comparer le travail calculé et le travail observé dans les treillis, que M. Vierendeel, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées de Belgique et Professeur de stabilité à l'Université de Louvain, a imaginé les *poutres à arcades*.

M. Vierendeel simplifie le treillis en supprimant les diagonales et en ne conservant que les montants solidement assemblés sur les brides. Par suite, à l'encontre de la théorie généralement admise, toute triangulation est supprimée et chaque élément de la poutre devient, dans le système Vierendeel, un rectangle dont les angles sont renforcés, afin de mieux assurer l'assemblage des montants sur les brides et obtenir une entière indéformabilité.

Il y a dix ans à peine que M. Vierendeel a émis publiquement, pour la première fois, l'idée de son système de poutres sans diagonales. En 1897, pour démontrer l'exactitude de sa théorie et de ses calculs, et prouver que la poutre à arcades, à égalité de charges, est généralement plus économique que la poutre à treillis, cet Ingénieur fit

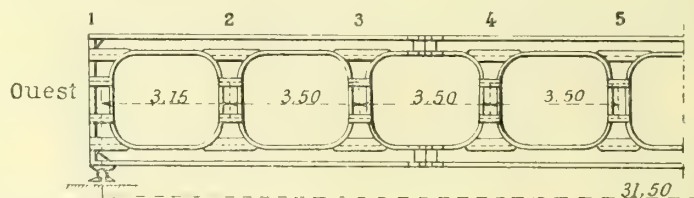


Fig. 1. — Demi-élévation du pont à arcades soumis aux essais en 1897.

construire un pont en fer de 31^m 50 de portée d'axe en axe des rotules, pont qui figura lors de l'Exposition de Bruxelles, en 1897, dans le parc de Tervueren.

Cet ouvrage, à tablier supérieur, calculé pour supporter une voie de chemin de fer, fut soumis à deux séries d'épreuves. La première, dont il a été rendu compte dans le *Génie Civil* (1), consista à charger le tablier d'un poids de fonte, représentant celui de la surcharge d'épreuve pour laquelle il avait été calculé, et à laisser en place cette surcharge pendant plus de deux mois. Pour la seconde série d'épreuves, le pont fut déchargé et rechargé ensuite progressivement jusqu'à rupture.

L'ossature métallique de ce pont était constituée par deux poutres maintenues distantes de 3 mètres d'axe en axe et reliées entre elles par des contreventements horizontaux et verticaux. La portée de 31^m 50 était divisée en neuf panneaux de 3^m 50, chaque poutre comprenant ainsi dix montants équidistants (fig. 1). Les poutres étaient à âme simple, d'une épaisseur uniforme de 9 millimètres et chaque pièce présentait la section d'un double T: à cet effet, tous les bords de l'âme évidée étaient garnis de semelles en saillie. Deux semelles principales régnaient tout le long des bords supérieur et inférieur de la poutre: elles étaient composées d'un fer plat de 320 millimètres

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXII, n° 9, p. 448.

PONT A ARCADES SYSTEME WIERENDEEL SUR L'ESCAUT A AVELCHEM (Belgique)

Fig.1. Elevation

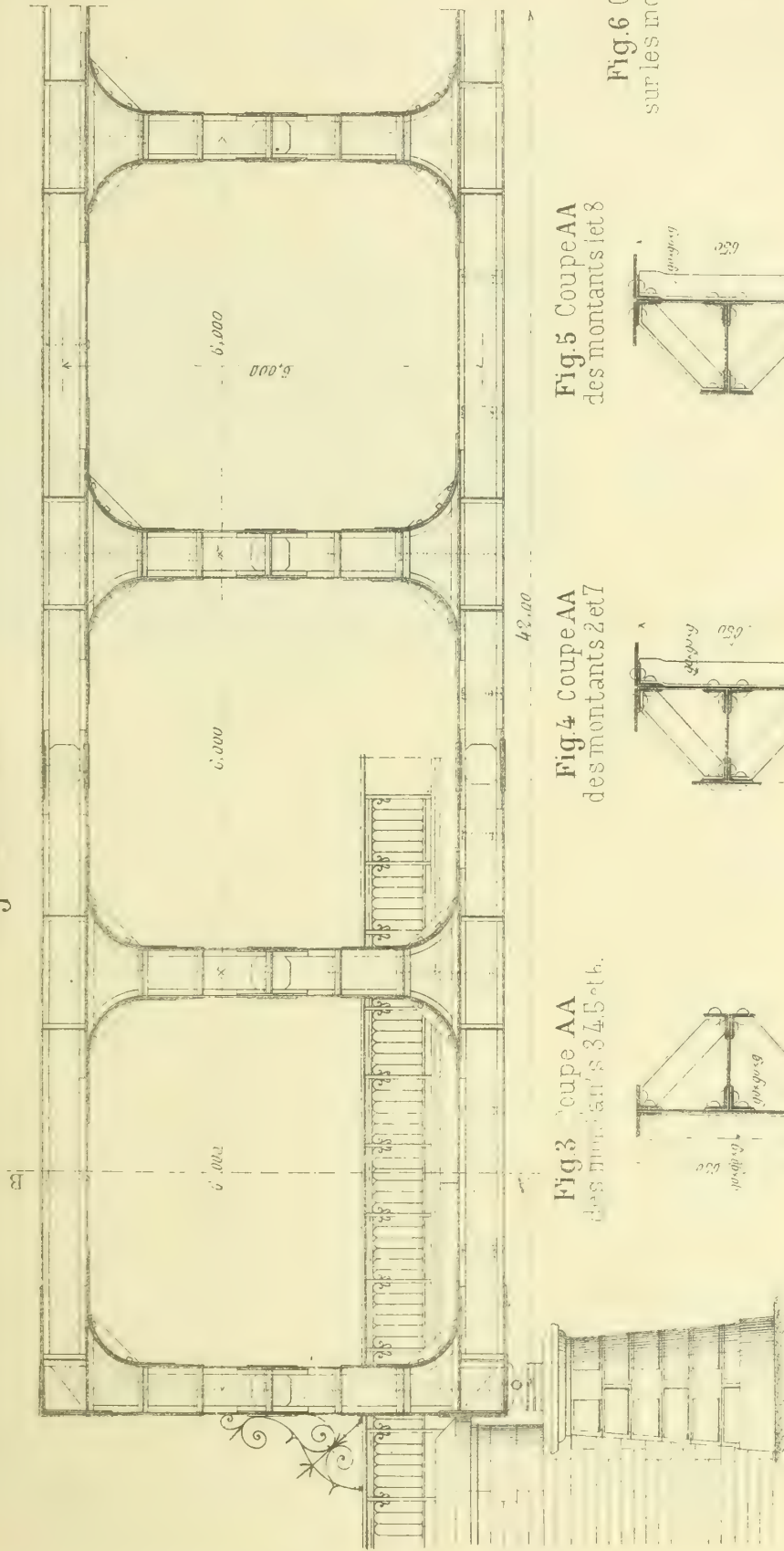


Fig.2. Coupe transversale

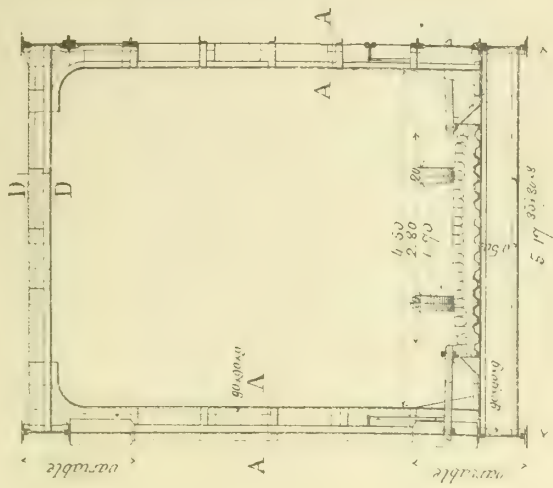


Fig.3. coupe AA
des montants 3 4 5 et 6.

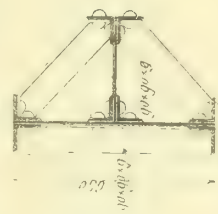


Fig.4. coupe AA
des montants 2 et 7

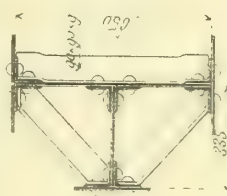


Fig.5. Coupe AA
des montants 1 et 8

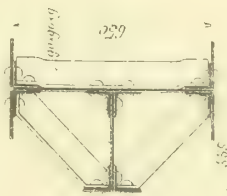


Fig.6 CoupeDD
sur les montants 2 a 7



Fig.7 CoupeDD
sur les montants 1 et 8



Fig.8. Contreventement superieur

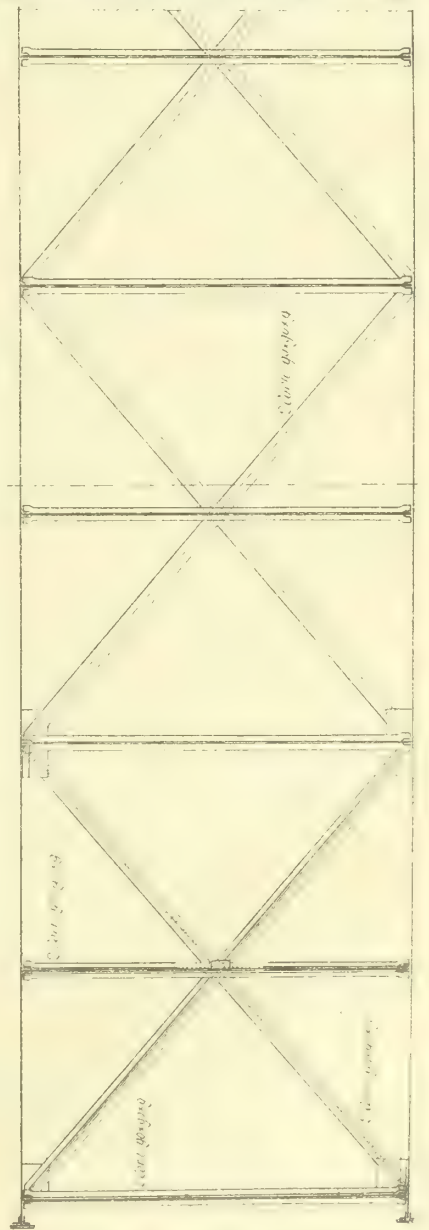
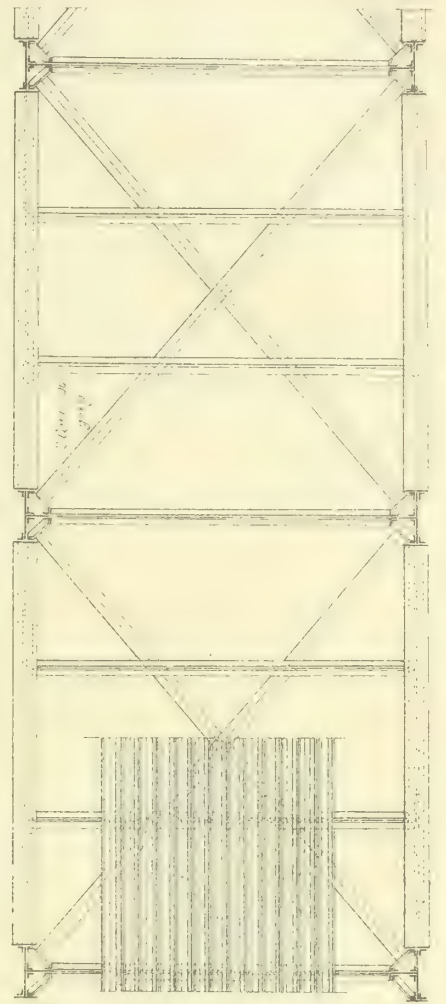


Fig.9. Contreventement inférieur



$\times 12^{\text{mm}}5$, s'étendant sur toute la longueur de $32^{\text{m}}10$ et d'un fer plat de renfort de 350×14 millimètres dans la partie centrale sur une longueur de 21 mètres.

Les nervures garnissant les bords verticaux aux extrémités avaient une section de 320 millimètres $\times 12^{\text{mm}}5$ et les côtés contournant les bords intérieurs des évidements de l'âme avaient 320×10 millimètres dans les cinq panneaux du centre et 320 millimètres $\times 12^{\text{mm}}5$ dans les autres.

Quant aux contreventements, leur disposition ne différait pas sensiblement du système ordinaire.

Ainsi constitué, le pont de Tervueren avait été calculé pour supporter, outre son poids mort, une surcharge uniforme de 4 700 kilogr. par mètre courant, soit 148 tonnes de surcharge totale, avec un taux de fatigue de $7^{\text{kg}}6$ par millimètre carré (fatigue primaire + fatigue secondaire). Le poids mort de ce pont était :

Deux longerons principaux	kilogr.	32 900
Traverses, longrines, entretoisement, contreventement.	—	14 800
Plancher en bois de sapin humide de $24^{\text{m}}370$ à 800 kilogr. le mètre cube.	—	19 700
TOTAL	kilogr.	67 400

Les expériences durèrent trois mois et demi, du 15 août à la fin de novembre 1897 ; elles peuvent être résumées comme suit, ainsi que les constatations qu'elles ont permis de faire :

Tout d'abord, le pont exécuté droit, sans contre-flèche, prit sous l'effet de son poids mort (67 400 kilogr.) une flèche de $13^{\text{mm}}55$, relevé fait par une température ambiante de 17 degrés. Le pont reçut ensuite une surcharge uniformément répartie de 152 tonnes de gueuses de fonte, poids qu'il conserva pendant plus de deux mois, du 7 septembre

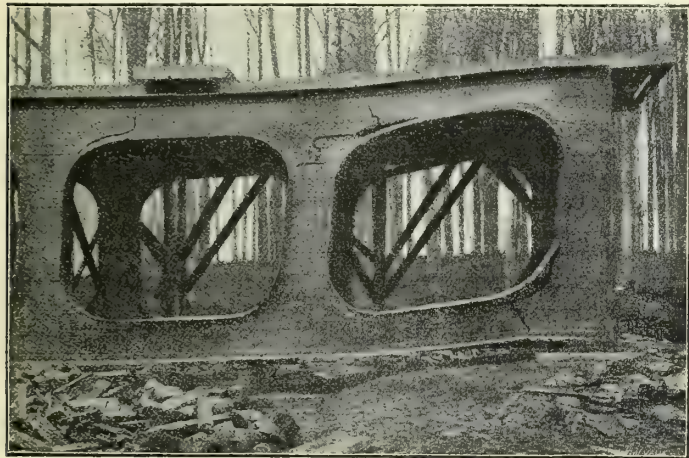


FIG. 2. — Vue de deux panneaux extrêmes après le déchargement (4 décembre 1897).

au 10 novembre. Durant ce temps, la flèche alla en augmentant graduellement jusqu'au maximum de $41^{\text{mm}}10$, ce qui fait, en ajoutant la flèche due au poids mort, $41^{\text{mm}}10 + 13^{\text{mm}}55 = 54^{\text{mm}}65$. La flèche calculée pour la surcharge, en prenant comme coefficient d'élasticité $E = 18\,000$, ne donne que $32^{\text{mm}}55$ au lieu de $41^{\text{mm}}10$, flèche trouvée au bout de deux mois ; mais sur ce point, M. Vierendeel fait judicieusement remarquer que la longue durée de l'épreuve imposée au pont de Tervueren, et le glissement dans les rivures qui en est la conséquence, pouvait autoriser à prendre pour E une valeur plus faible, soit 10 000 (1). Dans ce cas, la flèche relevée au bout d'un mois concordait avec la flèche calculée.

Tels furent les résultats relatifs à la première partie des expériences. Le pont fut alors déchargé complètement pour remplacer un sabot qui s'était rompu par suite d'un défaut de coulée, et le chargement fut repris aussitôt, mais avec cette différence que la surcharge fut déposée en une couche uniforme au lieu d'être en tas séparés. Puis, par opérations successives, le pont fut chargé de 225, de 300, de 350 et enfin de 366 tonnes.

A partir de ce moment, des déformations importantes commencèrent à se manifester. La limite d'élasticité était atteinte pour une surcharge = $\frac{366 \text{ tonnes}}{148 \text{ tonnes}} = 2,47$ fois la charge d'épreuve. De ce chef, des voilements se produisirent dans les âmes et dans les brides, notamment dans les panneaux voisins des appuis et, comme conséquence, les fatigues augmentèrent beaucoup plus rapidement que les charges.

Néanmoins, le chargement fut continué et on constata que les culées se tassaient fortement et que les dislocations dans les assemblages s'accroissaient rapidement (fig. 2). Enfin, lorsque la charge eut

atteint 406 tonnes, le pont se rompit définitivement, descendit lentement et vint reposer sur des ablots en bois, placés au-dessous des poutres. Les panneaux extrêmes du côté Est étaient complètement déformés et la chute de l'ouvrage ne fut que la conséquence de la rupture des plates-bandes inférieures vers les appuis Est.

Au cours de cette deuxième série d'expériences, il fut procédé à de nombreux relevés de flèches, à l'aide de niveaux d'eau et de l'enregistreur automatique de M. Rabut. Les principaux résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous, en parlant d'une surcharge nulle, puisque, au début de la deuxième épreuve, le pont, qui portait une surcharge de 152 tonnes, avait été déchargé pour permettre le remplacement de l'un des sabots de la poutre nord.

SURCHARGE	TEMPÉRATURES MOYENNES		FLÈCHES TOTALES au milieu de la poutre sud	FLÈCHES TOTALES au milieu de la poutre nord	DIFFÉRENCES DE FLÈCHES des deux poutres
	Poutre sud	Poutre nord			
kilogr.	degrés.	degrés.	millimètres.	millimètres	millimètres.
0	9,0	0	27,42	0	0
42 000	2,5	0	30,20	0	0
75 000	4,5	4,5	38,52	30,12	8,20
108 000	5,5	5,5	46,92	38,85	8,07
150 000	6,5	6,5	51,40	43,05	8,35
225 000	7,5	5,0	68,45	59,72	8,73
300 000	2,5	1,5	87,35	79,52	7,83

Lorsque la charge du pont eut atteint 304 tonnes, il ne fut plus possible de mesurer expérimentalement les affaissements du tablier ; on se contenta de mesurer la hauteur entre la table inférieure des poutres et la tête de piquets fichés dans le sol. C'est ainsi que l'on constata que la flèche du tablier sous l'action de la charge de 386 tonnes était de 14 centimètres, y compris l'abaissement des appuis.

De l'ensemble de ces expériences, on put tirer les conclusions suivantes : Jusqu'à une surcharge de 360 tonnes, le tablier se comporta parfaitement. De l'examen des déformations et de la rupture même du pont, on fut aussi amené à reconnaître que les fatigues maxima s'étaient bien produites dans les assemblages, conformément aux indications de la théorie. Dans les panneaux extrêmes, les angles s'étaient fermés là où le calcul indiquait une compression ; ils s'étaient, au contraire, ouverts, aux points où le calcul indiquait une extension, et dans les angles qui s'étaient fermés, la déviation latérale maximum s'était également manifestée au point où la théorie prévoyait la fatigue la plus élevée. Enfin, comme il avait été prévu, les tractions et les compressions dues aux moments secondaires avaient été en diminuant, en se rapprochant du milieu de la portée des longerons : c'est ainsi que les deux montants du milieu ne présentaient aucune trace de fatigue.

Ces expériences furent suffisamment concluantes pour montrer que la poutre à arcades était parfaitement résistante, au même degré que la poutre à treillis : aussi passa-t-on rapidement de la théorie à la pratique et actuellement les applications du système Vierendeel sont assez nombreuses. On peut citer la flèche métallique de la tour de l'église de Dadizèle en Flandre, les piles de 90 mètres de hauteur du viaduc du Kinzua, aux États-Unis, la passerelle de Grammont sur la Dendre, et parmi les ouvrages les plus récents, un pont-route qui vient d'être construit sur l'Escaut, à Avelghem (Belgique). C'est sur cet ouvrage (fig. 9 et 12, du texte, et fig. 1 à 9, pl. VII) que nous allons donner quelques renseignements.

Pont d'Avelghem. — Ce pont relie la Flandre occidentale à la Flandre orientale, entre les deux villages d'Avelghem et de Ruyen, aux environs de Courtrai. Il est en acier doux et a 42 mètres d'axe en axe des rotules d'appui.

La chaussée, qui a $2^{\text{m}}80$ de largeur, est bordée de deux trottoirs de 1 mètre : elle est constituée de pavés en porphyre de 15 centimètres de hauteur, posés sur béton et sur un platelage en fers Vautherin reposant sur les traverses du pont espacées de 2 mètres. Les trottoirs sont formés de petits madriers en chêne de 10 centimètres d'épaisseur dont les angles supérieurs sont protégés par des cornières de 200×100 . Enfin, la largeur de passage laissée libre par la chaussée et par une partie des trottoirs est de $4^{\text{m}}50$.

Ajoutons que la partie métallique et les châssis d'appui ont été livrés montés et recouverts de cinq couches de peinture à 27 fr. 25 les 100 kilogr., soit 30 180 francs au total. Le pont a été mis en place par lançage (fig. 9).

Les longerons principaux sont distants de $5^{\text{m}}17$ d'axe en axe et leur longueur totale est de $42^{\text{m}}60$. Le contreventement supérieur est disposé de façon à laisser une hauteur libre de $5^{\text{m}}20$ au-dessus du plan supérieur de la chaussée. Chaque longeron est constitué par deux brides horizontales et par huit montants verticaux formant ainsi sept panneaux quadrangulaires dont les dimensions d'axe en axe des mem-

(1) Note sur la détermination du coefficient d'élasticité de flexion, par A. Vierendeel. Louvain, Uystpruyst.

brures sont de 6 mètres sur 6 mètres. Cet écartement des montants a le double avantage de rendre la construction économique et de dégager la vue sur le paysage environnant.

Toutes les membrures, brides et montants, sont du profil ci-contre (fig. 3) et la seule variation consiste dans le nombre de plats de 320×10 millimètres renforçant les semelles; cette uniformité dans les profils ne peut que simplifier la fabrication des différentes pièces. L'acier doux employé est spécifié par les conditions suivantes : rupture entre 40 et 45 kilogr. par millimètre carré de section; limite d'élasticité, 25 kilogr. et allongement minimum 20 % sur 200 millimètres. L'acier a d'ailleurs été essayé à froid, à chaud, et à la trempe. Enfin les rivets sont en fer, tous les trous sont forés, et les barres coupées à la cisaille rabotées sur 3 millimètres.

Cet ouvrage, calculé pour une surcharge de 400 kilogr. par mètre carré, soit $4^m 50 \times 400 = 1800$ kilogr. par mètre courant, doit aussi pouvoir livrer passage à un chariot de 18 tonnes.

Le poids mort du pont par mètre courant s'évalue comme suit :

Chaussée, 104 pavés à 8 ⁵ / ₅	kilogr.	884
Béton, épaisseur moyenne, 0 ^m 15		630
Madriers en chêne des trottoirs et bordures en tôle		335
Fers Vautherin (19 à 12 ⁵ / ₅ le mètre courant).		240
Demi-traverse		180
Contreventement et garde-fou		380
Poids mort des deux longerons principaux		1200
TOTAL	kilogr.	3849

En comptant 10 % pour les imprévus, soit 385 kilogr., on arrive à un total de 4234 kilogr., ou, en chiffre ronds : 4200 kilogr. En ajoutant la surcharge d'épreuve, $4^m 50 \times 400 = 1800$ kilogr., on a comme poids total par mètre courant 6000 kilogrammes.

Or, les poids trouvés après exécution des différentes pièces ont donné :

Les deux longerons principaux	kilogr.	52 752
Traverses, entretoisement et contreventement		29 782
Tablier métallique		19 031
Garde-fou		5 458

TOTAL de la partie métallique **107 023**

Soit par mètre courant de poutre $\frac{107\,023}{42^m\,60} = 2512$ kilogr.; si l'on ajoute 1764 kilogr. pour la chaussée pavée et les madriers en chêne formant trottoirs, on trouve un poids mort de 4276 kilogr. au lieu de 4200, chiffre adopté dans les calculs : on peut donc dire qu'il y a concordance entre les poids évalués *a priori* et les poids réels.

Reprenons les poids évalués avant l'exécution des pièces : le mètre courant de simple longeron porte donc :

Poids mort	kilogr.	2 100
Surcharge d'épreuve		900
TOTAL	kilogr.	3 000

Connaissant ainsi les charges qui agissent aux points d'assemblage des traverses sur les montants et entre les montants, et en reportant celles-ci par moitié sur les montants voisins, on arrive au mode de chargement ci-dessous (fig. 4), soit une charge de $3\,000 \times 6 = 18\,000$ kilogr. au droit de chaque montant :

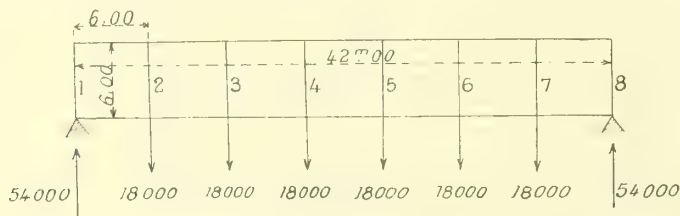


FIG. 4.

La poutre étant ainsi chargée, pour arriver au calcul de ses divers éléments, M. Vierendeel isole alors un panneau de ce longeron à tablier inférieur et le coupe par un plan horizontal, passant par le milieu des montants. D'après la théorie générale des poutres à arcades (1) les efforts se répartissent comme l'indique la figure 5; pour le second panneau et les suivants, comme l'indique la figure 6.

Tout est symétrique par rapport à la section centrale OO' et il suffit d'étudier ce qui se passe dans une demi-travée. Chaque montant coupé donne naissance, outre la force intérieure q , dirigée suivant la verticale, et le moment de flexion μ qui est égal à zéro, pour tous les panneaux, à une réaction horizontale f ; d'où quatre inconnues.

Pour déterminer ces inconnues, il suffit d'écrire l'égalité des déplacements de α et de α' suivant l'axe des x , on obtient ainsi une équation qui, résolue de panneau à panneau, donne les f en fonction de f_1 ; la statique donne alors une dernière équation :

$\sum_{i=1}^{n+1} f =$ somme des composantes horizontales = zéro, ou encore plus simple-

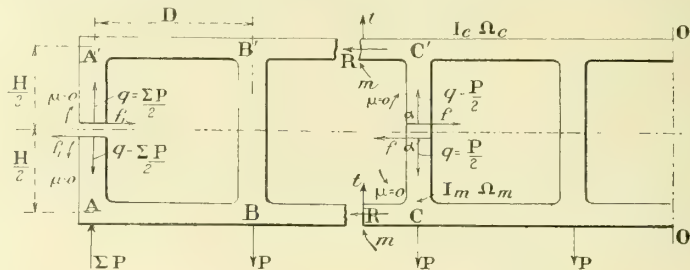


FIG. 5.

FIG. 6.

ment, la charge étant symétrique et le nombre des panneaux impair, la valeur de f_1 est donnée par l'équation :

$$\frac{f_{n+1}}{2} = -\frac{f_{n+1}}{2} + 1,$$

relation qui exprime que les deux montants du panneau central sont également sollicités.

Dans les poutres Vierendeel, à brides parallèles, avec charges au droit de

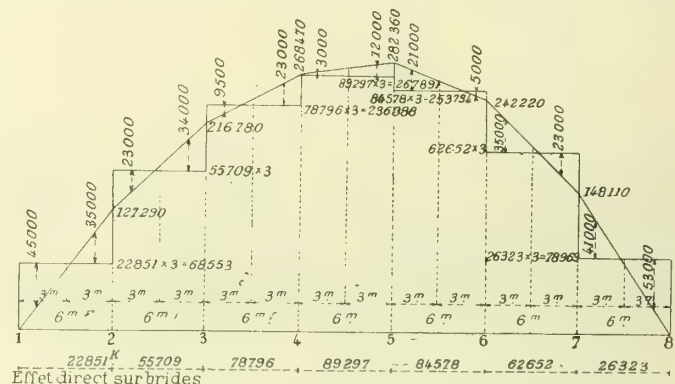


FIG. 7. — Diagramme A.

montants, l'équation générale qui donne un f quelconque, en fonction de tous les f qui précèdent et, par suite, de f_1 est de la forme :

$$f_{n+1} = f_n + \lambda \sum_{i=1}^n f_i - A_n,$$

équation dans laquelle :

$$\gamma = \frac{2(H^2 + 4 \frac{I_c}{\Omega_r})}{DH}; \quad \gamma = \frac{3D^2 \frac{I_m}{I_c}}{H^2 + 12 \frac{I_m}{\Omega_m} \frac{E}{G}} \quad \text{et} \quad A_n = \gamma \left(T_n + \frac{2M_n}{D} \right)$$

γ et λ sont des constantes à déterminer une fois pour toutes, car elles ne

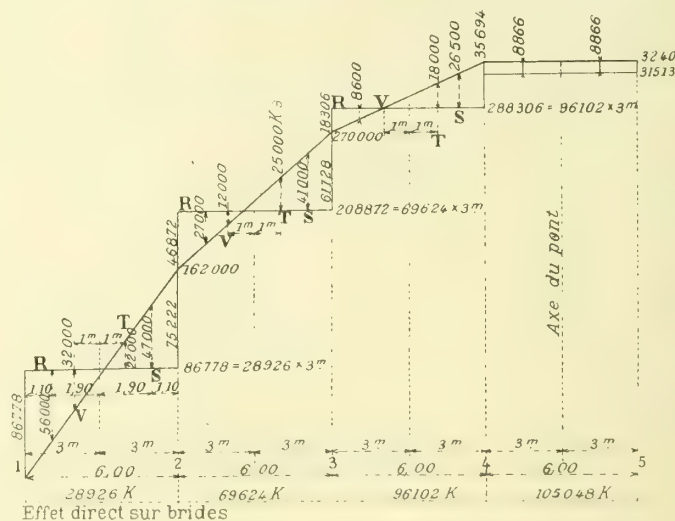


FIG. 8. — Diagramme B.

dépendent que des dimensions de la poutre, et A_n dépend de la répartition des charges.

En outre, si l'on fait abstraction des déformations dues aux efforts directs, ce qui ne peut entraîner aucune erreur pratique, et si l'on prend $I_m = I_r$, les valeurs de γ et λ deviennent :

$$\gamma = 3 \frac{D^2}{H^2}; \quad \lambda = \frac{D}{H} \quad \text{et} \quad A_n = \frac{3D^2}{H^2} \left(T_n + \frac{2M_n}{D} \right).$$

(1) Voir l'ouvrage de M. VIERENDEEL, *Théorie générale des poutres à arcades*, ou le mémoire inséré dans le *Bulletin*, d'août 1900, de la Société des Ingénieurs civils de France.

par suite l'équation qui finalement donne la solution des ponts Viereendeel à brides parallèles, prend la forme très simple :

$$f_{n+1} = f_n + \frac{6D}{H} \sum_{i=1}^n \bar{f}_i - (DT_n + 2M_n) \frac{3D}{H^2}$$

équation dans laquelle :

H = hauteur d'axe en axe des brides = 6 mètres ;
 D = distance d'axe en axe des montants = 6 mètres ;
 M_n = moment fléchissant au droit du montant n° n ;
 T_n = effort tranchant agissant dans la poutre immédiatement à droite du montant n° n .

Remplaçant les lettres par leurs valeurs, on en déduit la série des valeurs de f_2, f_3, f_4, f_5 en fonction de f_1 et en vertu de la symétrie de la sollicitation du pont, on a l'équation :

$$f_4 = -$$

La résolution complète de ce système donne pour le pont d'Avelghem, les valeurs suivantes de f :

$$f_1 = f_8 = 28\,926 \text{ kilogr.}$$

$$f_2 = f_7 = 40\,698 \text{ —}$$

$$f_3 = f_6 = 26\,478 \text{ —}$$

$$f_4 = f_5 = 8\,946 \text{ —}$$

La répartition des efforts sur la demi-poutre supérieure se présente donc comme l'indique le tracé plein de la figure 10, et est identique à celle des efforts sur la demi-poutre inférieure.

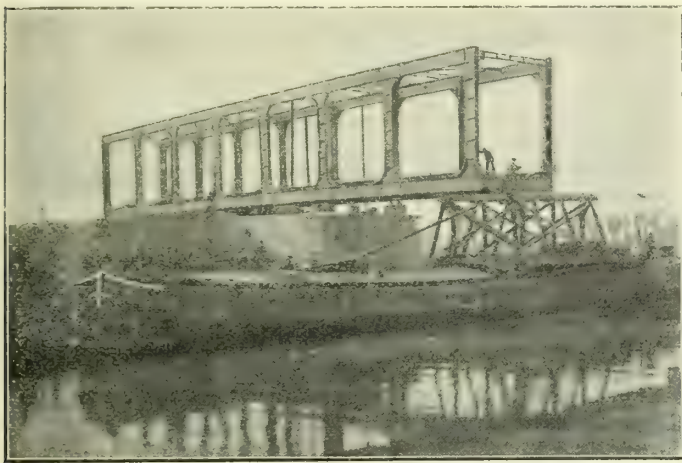


FIG. 9. — Vue du pont d'Avelghem pendant le lançage.

De cette sollicitation, résulte le diagramme A ; la différence entre le diagramme des charges (polygone parabolique) et celui des réactions f (polygone en escalier) donne les moments fléchissants secondaires sur les brides. Les montants ont une largeur uniforme de 0^m65 et se raccordent aux brides par des congés de 0^m80 ; c'est donc à la distance de $\frac{0,65}{2} + 0,80 = 1^m125$, soit 1^m10 en chiffres ronds, de l'axe de chaque montant qu'il faut évaluer le moment fléchissant secondaire sur chaque tronçon de bride.

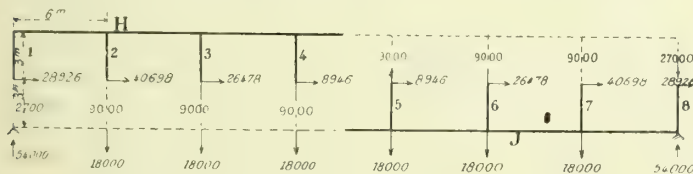


FIG. 10.

On peut donc aisément, dans une section quelconque, déterminer les efforts directs et de flexion qui sollicitent les montants et les brides. Ceux-ci sont du même type et sont essentiellement composés d'une âme de 650×8 , de quatre cornières de $\frac{90 \times 90}{9}$ et de un ou deux plats de 320×10 .

De l'ensemble des calculs, il résulte que le travail total, dans la section la plus défavorable, est de 11^{kg}5 par millimètre carré ; cette fatigue est un maximum réel qui comprend les *fatigues primaires et secondaires*, et les expériences ont démontré qu'elle était acceptable pour un pont Viereendeel.

Si l'on examine maintenant la répartition des efforts, lorsque la surcharge d'épreuve recouvre la moitié du pont, le poids mort par mètre courant de poutre étant de 2 100 kilogr., il existe au droit de chaque montant de la première moitié du pont une charge de 2 100 kilogr. $\times 6 = 12\,600$ kilogr. ; pour l'autre moitié, le poids mort et la surcharge étant de 3 000 kilogr. par mètre courant, il y a au droit de chaque montant une charge de 18 000 kilogr. La poutre est sollicitée comme l'indique la figure 11 et, les valeurs des efforts transversaux f

étant calculées comme précédemment, on en déduit le diagramme B (fig. 8).

En comparant les diagrammes A et B, on voit que les efforts directs résultant de la demi-surcharge sur les brides sont plus faibles ; toutefois en certains points des brides (3-4) (4-5) les moments fléchissants secondaires sont un peu plus élevés ; mais la différence n'est

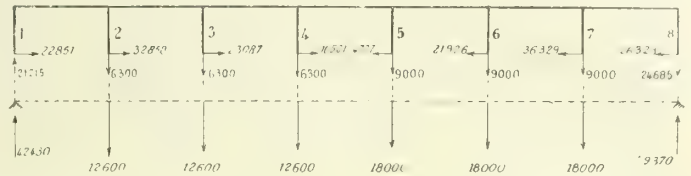


FIG. 11.

pas assez sensible pour avoir une influence notable sur les fatigues calculées avec la surcharge complète. En ce qui concerne les montants, la valeur de f sur le montant n° 4 est de 10 500 kilogr., tandis que, dans le cas de la surcharge complète, elle est de $f = 8\,946$ kilogr. mais si l'on effectue le calcul, on trouve que pour ce montant n° 4

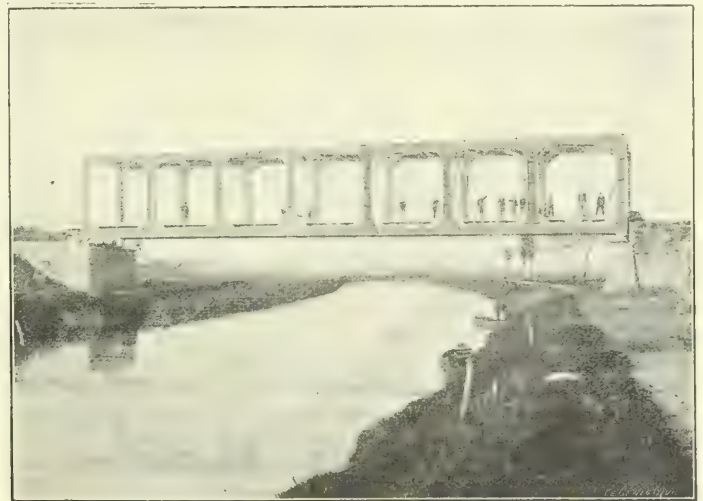


FIG. 12. — Vue du pont d'Avelghem.

dans la section la plus défavorable et pour $f = 10\,500$ kilogr., le travail total ne dépasse pas 7^{kg}8.

Flèche. — Si l'on prend pour la bride une section constante, composée comme l'indique le profil ci-contre (fig. 13), le moment d'inertie est :

$$I = 0,00169.$$

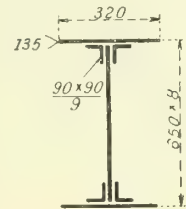


FIG. 13.

En déterminant la flèche par la méthode graphique de Möhr, pour une charge de 3 000 kilogr. par mètre courant de longeron (surcharge et poids mort) le tracé donne une flèche totale de 82 millimètres, en prenant comme valeur du coefficient d'élasticité $E = 18\,000$. Cette flèche totale se compose de la flèche due au poids mort de 2 100 kilogr. par mètre courant, soit :

$$\frac{82 \text{ millimètres} \times 2\,100}{3\,000} = 57^{\text{mm}}4,$$

et de la flèche due à la surcharge, soit :

$$\frac{82 \times 900}{3\,000} = 24^{\text{mm}}6.$$

Pour la flèche correspondant au poids mort, il convient d'appliquer une valeur de E plus faible, et ne dépassant pas 15 000, en raison du tassement qui se produit dans les assemblages ; la valeur de la flèche devient alors :

$$57,4 \times \frac{18}{15} = 69 \text{ millimètres.}$$

Le pont mis en place, et ayant reçu la voie charretière et les trottoirs, ce qui représente au total un poids mort de 181 tonnes, fléchit de 57 millimètres. Cette flexion augmenta progressivement pendant une semaine, et atteignit 70 millimètres ; depuis lors, la flèche est restée absolument constante, ce qui établit une parfaite concordance entre les calculs et les résultats constatés. Enfin, le pont, ayant été exécuté avec une contre-flèche de 80 millimètres, présente encore une contre-flèche de 10 millimètres.

L'ouvrage complètement achevé fut soumis, le 24 décembre 1904, aux essais de réception. A cet effet, un chariot de 18 tonnes, traîné

par cinq chevaux, et placé sur un plan incliné pour faciliter le démarrage, arriva en vitesse sur le pont. Les vibrations ressenties furent fort légères, et l'on arrêta le chariot de telle façon que son centre de gravité fut à peu près au milieu du pont. Dans ces conditions, les flèches, mesurées un quart d'heure, puis une demi-heure après, ont été trouvées constantes et égales à 8 millimètres, alors que le calcul donne 11 millimètres, en prenant $E = 18\,000$. Le chariot de 18 tonnes détermine, en effet, des efforts de 4500 kilogr. au droit des montants milieu de chaque longeron, et, en appliquant la même méthode de calcul que précédemment, on trouve, pour chaque longeron, une flèche de 11 millimètres. Le chariot ayant franchi le pont, la flèche disparut et l'ouvrage reprit une contre-flèche de 10 millimètres.

La réception définitive a d'ailleurs eu lieu, et le pont est actuellement livré à la circulation.

Cette application récente vient encore confirmer les premières constatations qui avaient été faites au cours des expériences de Tervueren et l'on peut, d'une manière générale, formuler aujourd'hui les conclusions suivantes, sur les poutres système Vierendeel :

Le système à arcades peut se calculer aussi exactement qu'un pont à âme pleine et qu'un pont à treillis articulé; il y a donc avantage sur le système en treillis rigide, qui n'est pas exactement calculable. En ce qui concerne la valeur technique, le pont d'Avelghem met en évidence que la poutre à arcades se présente sensiblement, sous le rapport de la flexibilité générale et, par suite, des effets dynamiques, dans de meilleures conditions que les types usuels.

Reste enfin à examiner si le système étudié par M. Vierendeel est plus économique que le treillis pour des charges équivalentes. Sur ce point, on a objecté récemment que, dans la poutre à treillis, les efforts de tension directe sont des efforts *principaux*, alors que les efforts de flexion sont *secondaires*, si le treillis est serré (1). Au contraire, dans les poutres à arcades, ce sont les efforts de flexion qui sont *principaux*, et les efforts de tension directe ne sont que *secondaires*. D'après cette remarque, il semblerait donc que, la matière étant toujours mieux utilisée quand on la fait travailler à la compression ou à la traction directe que lorsqu'on la fait travailler à la flexion, le plus économique des deux systèmes serait le système à treillis serré. Il en serait bien ainsi si le treillis était articulé, mais, dans le treillis rigide, les flexions secondaires, dues aux moments fléchissants et aux efforts tranchants, contournent les barres en S, et obligent à ne pas dépasser, pour celles-ci, de faibles coefficients de sécurité, ce qui diminue sensiblement l'économie de tout le système.

Pour pouvoir établir une comparaison, au point de vue économique, entre les différents systèmes de ponts, on peut se contenter de comparer leurs longerons principaux, car, en général, les tabliers sont indépendants, comme poids propre, du système de longerons qui les supporte. Cette considération ne rend pas moins complexe la détermination de la valeur économique d'un système de pont; les éléments qui interviennent sont fort nombreux : la longueur du pont, la surcharge, le poids de la voie ou de la chaussée, le coefficient de travail admis, le système de poutres et leur hauteur relative, enfin l'habileté dans la disposition et même dans l'exécution des assemblages, et l'on peut affirmer qu'il n'existe pas de méthode de comparaison rigoureusement mathématique. Parmi les méthodes approchées, l'une des meilleures est celle indiquée par M. Résal, dans son ouvrage « Ponts métalliques ».

Le coefficient économique, que M. Résal représente par K , est donné par la formule :

$$K = \frac{p}{l \times P},$$

dans laquelle :

p = le poids par mètre courant des longerons principaux du pont;
 P = le poids total, par mètre courant, porté par le pont, c'est-à-dire le poids p plus celui des contreventements, des entretoisements, de la chaussée, du tablier complet et de la surcharge d'épreuve;
 l = distance d'axe en axe des rotules.

Si, dans cette relation, on remplace p par sa valeur en fonction de P , l , t , et h (t étant le coefficient de travail admis, et h la hauteur de la poutre) l'expression du coefficient économique devient :

$$K = A \cdot \frac{1}{t} \cdot \frac{l}{h},$$

ce qui montre que le coefficient économique varie en raison inverse du coefficient de travail admis, et en raison directe de la hauteur proportionnelle des longerons.

Ceci posé, pour établir une comparaison au point de vue économique entre différents ponts, il faut donc déterminer, pour chacun d'eux, la valeur de K , pour des mêmes valeurs de t et de $\frac{l}{h}$. Nous choi-

sirons $t = 7$ kilogr. et $\frac{l}{h} = 10$, valeurs auxquelles nous ramènerons les coefficients économiques de plusieurs ouvrages. Déterminons tout d'abord le coefficient K , pour le pont d'Avelghem, dans ces conditions.

Le poids par mètre courant des longerons principaux est :
 $p = 1218$ kilogr.; $l = 42$ mètres, et $P = 4200 + 180 = 6000$ kilogr.;

par suite : $K_1 = \frac{1218}{42 \times 6000} = 0,0049$.

K_1 est le coefficient économique *absolu*, correspondant à $\frac{l}{h} = 7$ et au coefficient de travail primaire $= 6^{\text{kg}}2$ du pont d'Avelghem. Par suite, le coefficient économique *relatif*, pour $t = 7$ kilogr. et $\frac{l}{h} = 10$, est :

$$K = K_1 \times \frac{6,2}{7} \times \frac{10}{7} = 0,0049 \times \frac{62}{49} = 0,0062.$$

En faisant les mêmes calculs sur divers ponts en treillis à tablier lourd avec pavés, on trouve des valeurs de K comprises généralement entre 0,0060 et 0,0073, ce qui permet d'admettre que les ponts à arcades peuvent, dans certains cas, être plus économiques que les ponts à treillis.

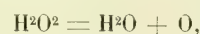
A. MORIZOT,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

CHIMIE INDUSTRIELLE

PRÉPARATION DE L'EAU OXYGÉNÉE

par le perborate de soude.

L'eau oxygénée est un composé chimique défini qui répond à la formule H_2O_2 . Elle est formée, à partir de l'eau H_2O et de l'oxygène O , avec absorption de chaleur, ce qui revient à dire que, quand elle se décompose suivant la réaction



elle dégage non seulement de l'oxygène, mais encore de la chaleur, c'est-à-dire de l'oxygène plus énergique, plus oxydant que l'oxygène ordinaire; c'est ce qu'on exprime en disant qu'il est à l'état naissant.

L'eau oxygénée n'existe jamais à l'état pur, mais toujours en dissolution dans l'eau avec laquelle elle est miscible en toutes proportions; la concentration d'une eau en eau oxygénée se mesure par le volume d'oxygène dit actif qu'elle est susceptible de dégager. Ainsi 1 litre d'eau à 12 volumes dégage 12 litres d'oxygène.

L'eau oxygénée constitue un antiseptique à la fois puissant, par l'oxygène naissant qu'elle dégage facilement, et inoffensif puisqu'elle ne laisse aucun résidu. Ces deux qualités l'ont fait recommander depuis longtemps comme agent stérilisant ou de conservation des matières organiques dans un grand nombre de cas difficiles, celui du lait par exemple (1), alors qu'aucun autre agent ne pouvait convenir. L'ozone lui-même, qui possède aussi ces deux qualités, ne peut la remplacer, car il doit être préparé et employé sur place et sa forme gazeuse se prête mal à une bonne utilisation.

Les applications en médecine, pour le pansement des plaies, et en hygiène pour les soins de propreté, ne sont pas moins importantes. Les avantages de l'eau oxygénée, à ce point de vue, sont nombreux : son action antiseptique peut être réglée à volonté en faisant varier la concentration, elle est incolore, inodore, elle agit même comme désodorisant dans le cas de plaies putrides, elle ne tache pas le linge, n'est pas toxique et n'attaque pas les muqueuses les plus sensibles à la concentration de 10 à 12 volumes si ces muqueuses sont en bon état de santé. A la concentration de 2 à 3 volumes, elle peut être mise sans danger au contact des muqueuses malades.

L'eau oxygénée du commerce cependant est loin de répondre à ces qualités parce qu'elle n'est pas pure; les impuretés qu'elle renferme proviennent de son mode de préparation.

Pour l'obtenir, on traite généralement le bioxyde de baryum, préparé par voie sèche, par un acide minéral donnant immédiatement un sel de baryum insoluble, facile à séparer de la liqueur qui renferme l'eau oxygénée en dissolution. Pour cette raison, elle renferme donc des sels de baryum, qui sont toxiques, et un peu d'acide libre, laissé à dessein pour faciliter la conservation. On sait, en effet, que l'eau oxygénée se décompose sous l'action des alcalis et notamment quand on la conserve dans des flacons en verre ordinaire; ceux-ci, à base de silicates alcalins, sont attaqués à la longue et dévitrifiés par l'eau en donnant naissance à de l'alcali libre agissant sur l'eau oxygénée.

L'eau oxygénée est vendue dans le commerce sous trois formes :

1° Eau ordinaire à 10-12 volumes. Elle est impure et acide; elle n'est guère employée qu'au blanchiment;

2° Eau médicinale obtenue en épuisant l'eau ordinaire par l'éther dans lequel elle est très soluble. Elle ne renferme plus de sels de baryum, mais elle est encore un peu acide et ne peut pas être em-

(1) Si le treillis est à larges mailles, c'est l'inverse qui se produit; voir: *Annales des Ponts et Chaussées*, novembre 1895, mémoire de M. Dupuy, Inspecteur général; *Revue générale des Chemins de fer*, mai et juin 1902, mémoire de M. Lanna.

(4) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 26, p. 446, et t. XLV, n° 46, p. 268.

ployée dans tous les cas; il faut quelquefois la neutraliser avec du bicarbonate de soude;

3^e Eau médicinale concentrée à 100 volumes, chimiquement pure, préparée par distillation de l'eau oxygénée ordinaire. Elle est fabriquée par la maison E. Merck, de Darmstadt, et livrée en petits flacons de 25 à 200 grammes recouverts d'une couche intérieure de paraffine et fermés par un bouchon de même substance; il suffit d'inciser ce bouchon pour ouvrir le flacon et de chauffer légèrement le col pour le refermer. Cette eau oxygénée se conserve assez facilement, mais ne peut, le plus souvent, être employée telle quelle, car elle est beaucoup trop concentrée et agirait comme un caustique si on ne prenait pas le soin de la diluer dans un volume d'eau convenable; il ne faut donc la mettre qu'entre des mains expérimentées.

M. G.-F. Jaubert est arrivé à supprimer les inconvénients des diverses eaux oxygénées du commerce en préparant un produit solide, inaltérable, qui donne immédiatement de l'eau oxygénée à 2 ou 3 volumes, par conséquent inoffensive, dès qu'on le dissout dans l'eau. Pour ces raisons, le nouveau produit, qui est du *perborate de soude*, est vendu dans le commerce sous le nom de *poudre d'eau oxygénée*. Il peut être aussi employé sous forme de poudre sur les plaies ou en insufflations.

Préparation. — Le *Génie Civil* a déjà signalé (1) comment M. Jaubert a été amené, en étudiant l'action de l'acide borique sur le peroxyde de sodium, à la découverte de deux corps nouveaux, le perborax et le perborate de soude.

Voici, d'après la note de M. Jaubert, présentée par M. Moissan, à la séance du 14 novembre 1904 de l'Académie des Sciences, comment on prépare ces deux corps.

On mélange 248 grammes d'acide borique cristallisé avec 78 grammes de peroxyde de sodium. La poudre homogène ainsi obtenue est alors versée peu à peu dans 2 litres d'eau froide, en agitant constamment. Tout se dissout, mais, au bout de peu de temps, la nouvelle substance qui a pris naissance commence à cristalliser, car elle est peu soluble. On la filtre à la trompe, on la lave à l'eau froide et on la sèche à l'air, puis à l'étuve à 50 degrés. Le rendement dépasse 90 %.

Cette substance contient, d'après titrage au permanganate, 4,17 % d'oxygène actif et semble répondre à la formule



Elle se présente sous forme d'une poudre cristalline, d'un blanc de neige, donnant de l'eau oxygénée libre par simple dissolution dans l'eau et sans l'addition d'aucun acide, d'après la réaction



La solution ainsi obtenue a une réaction franchement alcaline, qui est celle du borax, $\text{B}^3\text{O}^3\text{Na}^2$.

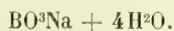
La solubilité de ce corps est la suivante :

Température. degrés.	+ 11	+ 22	+ 32
Solubilité (grammes par litre) . .	42	71	138

A la température ordinaire, la solution se conserve assez bien. Après trente jours, elle renferme encore 55,71 % de l'oxygène actif qu'elle renfermait au moment de la préparation.

Lorsqu'on cherche à faire cristalliser le perborax pour obtenir de gros cristaux, on remarque que les cristaux qui se déposent les premiers ne répondent plus à la formule donnée ci-dessus : ils s'enrichissent en oxygène actif à chaque cristallisation et finissent par contenir une dose d'oxygène actif beaucoup plus considérable, qui dépasse 10 % (au lieu de 4,17 %), tandis que les cristaux qui se déposent les derniers ne contiennent plus du tout d'oxygène actif.

On peut arriver plus rapidement au même résultat en saturant par un acide minéral la moitié du sodium du perborax. Dans ces conditions, le sel de l'acide minéral formé et l'acide borique mis en liberté étant plus solubles que le nouveau perborate, ce dernier seul cristallise. Cette substance, désignée par le nom de *perborate*, à cause de certaines analogies avec le persulfate, répond à la formule



PROPRIÉTÉS. — La perborate de soude se présente sous la forme de cristaux blancs extrêmement stables à la température ordinaire même à 50-60 degrés, et qui ne sont pas attaqués par l'acide carbonique de l'air. C'est ainsi que du perborate séché à l'air et laissé en contact, dans un sac en papier, avec l'atmosphère du laboratoire, titrait la même quantité d'oxygène actif à trente-huit jours d'intervalle. Il peut être obtenu en cristaux plus gros par recristallisation dans l'eau à + 30 degrés.

Le perborate de soude est moins soluble que le perborax.

La solubilité, en fonction de la température, est la suivante :

Température. degrés.	+ 15	+ 21	+ 26	+ 32
Solubilité (grammes par litre).	25,5	26,9	27,5	37,8

Si l'action de la chaleur favorise la dissolution, elle entraîne immédiatement, dès qu'on dépasse 40 degrés, une décomposition du sel et

une production d'oxygène gazeux. Ainsi le perborate est assez soluble dans l'eau à 50-60 degrés, mais, à cette température, la décomposition est déjà notable. A 100 degrés, la décomposition est rapide et l'oxygène se dégage en bouillonnant.

Par simple dissolution dans l'eau froide et sans l'addition d'aucun acide, le perborate de soude donne une solution ayant toutes les propriétés de l'eau oxygénée libre.

Comme le perborate à l'état sec se conserve indéfiniment, il constitue un réactif commode pour la préparation rapide de l'eau oxygénée. Grâce à ses quatre molécules d'eau de cristallisation, il se dissout avec un abaissement considérable de température : la dissolution, au moment de sa préparation, reste donc inaltérée. Elle se comporte comme de l'eau oxygénée mélangée d'une solution de borax, c'est-à-dire légèrement alcaline comme celle-ci, mais moins qu'une solution au même titre de ce dernier sel.

La solution saturée, à la température ordinaire, dégage environ deux fois son volume d'oxygène; elle peut donc être employée sans aucune précaution, le borax qui y est dissous ajoutant son action antiseptique bien connue à celle de l'eau oxygénée. Cette solution étant alcaline ne se conserve pas : au bout de trois jours, à la température ordinaire, elle a perdu tout son oxygène actif; il faut donc la préparer au moment de l'emploi.

L'addition de certains sels facilite considérablement la dissolution du perborate : tels sont les sulfates de magnésie ou d'ammoniaque qui permettent de faire de l'eau oxygénée à 8-12 volumes.

Ajouté en poudre à de l'acide sulfurique à 50 %, le perborate fournit de suite, et après filtration pour séparer l'acide borique mis en liberté, de l'eau oxygénée à 150-200 volumes. En faisant varier la concentration de l'acide sulfurique ou en employant d'autres acides comme les acides tartrique et citrique, on peut régler à volonté la concentration de l'eau oxygénée qu'on veut obtenir jusqu'à cette teneur maximum, ce qui rend l'emploi du sel éminemment propre à une foule d'usages industriels. Dans ces conditions, on peut aussi obtenir de l'eau rigoureusement neutre et pratiquement exempte d'acide borique, celui-ci, à cause de sa faible solubilité, précipitant en majeure partie au moment de la saturation.

La formule suivante donne une eau oxygénée neutre titrant 10 volumes :

Perborate de soude grammes.	170
Acide citrique pur —	60
Eau distillée quantité suffisante pour faire 1 litre.	

Lorsqu'on utilise la solution de perborate de soude, avec les solutions simples, il reste dans le liquide, après dégagement complet du gaz, du métaborate de soude et du borax ; avec les solutions obtenues à l'aide des acides, il reste du tartrate, du citrate et du borate de soude ainsi que de l'acide borique.

Le perborate de soude, en solution ou en poudre, a été essayé au point de vue bactéricide par MM. C. Chamberland et E. Fernbach, A. Robin, G. Lion, M. Bloch et D. P. Kischenski, qui lui ont trouvé des propriétés antiseptiques analogues à celles de l'eau oxygénée à laquelle il donne naissance.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

LES COMPTOIRS DE VENTE EN COMMUN

La surproduction de tous les pays industriels, où la nécessité de fabriquer à bon marché a provoqué un développement exagéré de la puissance de production, a rendu la concurrence tellement onéreuse, qu'on a recherché partout les moyens de la supprimer ou au moins de l'atténuer.

Ces moyens sont les ententes entre producteurs.

D'abord timides et rudimentaires, elles se sont perfectionnées peu à peu et ont fini par prendre, dans chaque pays, la forme qui convenait le mieux à son tempérament : elles ont abouti aux *Trusts* en Amérique, aux *Cartells* en Allemagne, et, en France, aux *Comptoirs*.

M. J. Carlioz, Ingénieur des Arts et Manufactures, ancien contrôleur de Comptoirs, vient de faire paraître sur ces dernières associations une intéressante étude (1) dans laquelle, après en avoir donné une définition précise et montré leur utilité, il fait ressortir leurs avantages tout en signalant les abus auxquels leur fonctionnement peut donner lieu. Il expose les conditions dans lesquelles ces Sociétés doivent, à son avis, être organisées et termine en donnant un modèle de statuts.

Le Comptoir de vente en commun est un accord conclu entre les producteurs d'une même marchandise, en vertu duquel chacun d'eux s'engage à ne la vendre que par l'intermédiaire d'un vendeur unique, appelé Comptoir, qui n'est autre que la collectivité des producteurs eux-mêmes.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 4, p. 62. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*.)

(1) *Les Comptoirs de vente en commun*, par J. CARLIOZ. — Un volume grand in-8° de 222 pages. Guillaumin et C^{ie}, éditeurs, Paris.

Il a pour but d'empêcher la baisse exagérée des prix de vente et de les maintenir rémunérateurs, dans les temps de disette, en supprimant la concurrence et en réglant la production suivant les besoins de la consommation ; inversement, d'éviter, dans les moments favorables, une élévation brusque et immodérée des prix, l'expérience ayant montré que cette élévation de prix peut avoir de fâcheuses conséquences.

Le Comptoir est donc un régulateur et un modérateur des prix de vente. Les quelques exemples suivants le démontrent de façon incontestable.

La figure 1 est un graphique des prix de vente des coques métallurgiques de la Westphalie ; il montre l'influence régulatrice du Comptoir. Avant 1890, les coques se vendent, en Westphalie, en libre concurrence ; les prix en sont variables dans des proportions inquiétantes pour la bonne marche des industries qui sont tributaires du coke. En 1890, le Cartell westphalien est fondé ; la courbe se fixe, avec des variations plus lentes et beaucoup plus modérées, à un niveau plus rémunérateur pour les fabricants.

La figure 2 est un graphique des prix de combustibles sensiblement équivalents, au cours des années 1896 à 1903, en Angleterre, en Belgique, en France et en Westphalie. Les charbons westphaliens seuls sont syndiqués. Pendant que les prix des charbons français montent de 134 %, ceux des charbons belges de 147 %, ceux des charbons anglais de 193 %, les prix des charbons westphaliens vendus par un Cartell n'accusent qu'une hausse de 20 %. Le rôle modérateur du Cartell en ressort clairement.

Les Comptoirs ou Cartells, très nombreux en Allemagne, le sont moins en France. Une des raisons, la principale peut-être, qui ont retardé en France le développement des Comptoirs, est incontestablement la législation qui, faite contre les accapareurs, a été parfois appliquée aux ententes entre producteurs. Les derniers procès jugés, dont plusieurs furent retentissants, semblent avoir fixé la jurisprudence dans un sens plus favorable aux Comptoirs. Le Comptoir Géné-

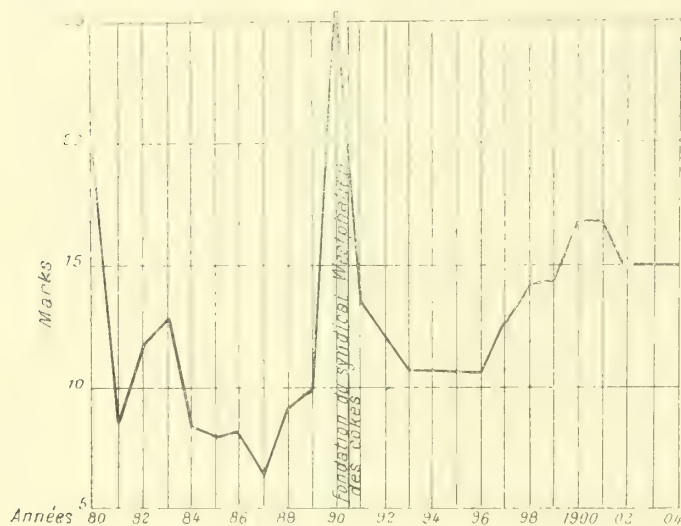


FIG. 1. — Courbe des prix de vente des coques de Westphalie.

ral des Plâtres, le Comptoir des Salines de l'Est, le Syndicat des Éditeurs et la Chambre Syndicale des Libraires, le Comptoir Métallurgique de Longwy, accusés d'accaparement, menacés des rigueurs de l'article 419 du Code pénal, ont été acquittés par des jugements et des arrêts motivés de façon à établir que le Comptoir, tel qu'il existe actuellement en France, ne relève pas de l'article 419 du Code pénal, mais des articles 1131 et 1133 du Code civil qui, s'il abuse, le déclarent nul et de nul effet.

Le Comptoir a généralement pris la forme d'une Société anonyme, dont ne font partie, naturellement, que les industriels qui chargent le Comptoir de la vente de leurs produits.

Son but est la vente, à la commission, d'un produit déterminé, dans un pays ou dans des pays précisés.

Le capital de la Société anonyme est divisé en un certain nombre d'actions qui sont réparties exclusivement entre les industriels composant la Société et en nombres proportionnels à l'importance des usines qu'ils représentent. Le Comptoir constitué, il achète à chacun de ses membres toute la production qu'il pourra revendre à la commission ; de leur côté, les membres vendent au Comptoir, à l'exclusion de tout autre, leur production et s'engagent formellement à ne rien vendre en dehors du Comptoir. Ainsi, sans s'engager pour une quantité ou un tonnage déterminés, le Comptoir s'est assuré la totalité de la production que ses usines seraient susceptibles d'écouler dans les pays considérés.

Voilà le Comptoir maître, par achats, de toutes les marchandises que la consommation demandera. Il les vend au mieux, et le produit de ses ventes, diminué seulement de ses frais, est réparti entre les usines ou fabriques proportionnellement aux livraisons de chacune.

L'engagement pris par les usines de ne livrer leurs produits qu'au Comptoir implique, pour lui, le droit de vérifier, dans les livres de l'usine, qu'elle a scrupuleusement exécuté son engagement. En retour, l'usine a le droit de contrôler, dans la comptabilité du Comptoir, si elle a bien reçu sa part proportionnelle de commandes et si elle en a bien été payée suivant ses droits. Ce double contrôle maintient la confiance, dont les membres de tout Comptoir doivent toujours être animés les uns vis-à-vis des autres.

Maints Comptoirs ont prévu des amendes punissant les infractions possibles de leurs membres. Les différends sont réglés par arbitrage.

Les parts proportionnelles de commandes que le Comptoir devra remettre aux usines qui le composent s'appellent les quantums des usines.

Si l'on représente par cent l'importance totale des commandes d'une année exécutées par l'ensemble des usines ou fabriques du Comptoir,

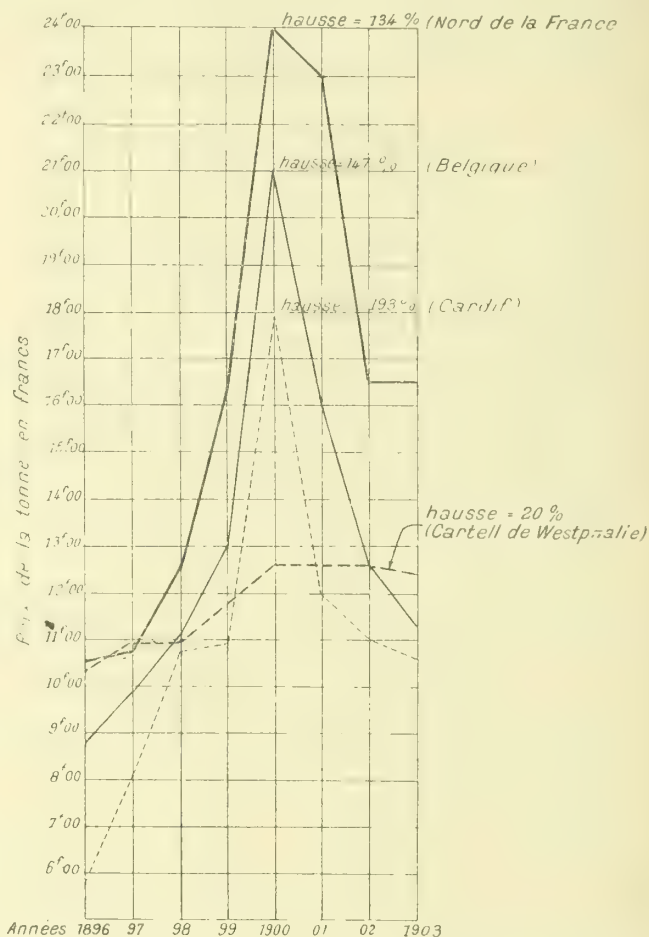


FIG. 2. — Courbes des prix de vente des combustibles en France, en Belgique, en Angleterre et en Westphalie.

chaque usine vend au Comptoir et le Comptoir lui achète un nombre déterminé de centièmes ; ce nombre est stipulé au marché qui lie l'usine au Comptoir et réciproquement, c'est le quantum de l'usine.

La détermination des quantums est une opération toujours fort laborieuse ; elle se fait en tenant compte des livraisons des usines ou fabriques pendant les années qui ont précédé la formation du Comptoir, ou bien encore par arbitrage.

Une fois le Comptoir constitué, les industriels qui en font partie cessent de solliciter et de recevoir des commandes de la clientèle ; le Comptoir seul demeure vendeur. Il reçoit les commandes de la clientèle et les répartit entre ses adhérents proportionnellement à leurs quantums respectifs, en tenant compte des frais de transports et des relations antérieurement établies entre clients et industriels. Il ne fera livrer une commande par une fabrique située au loin que lorsque le client en demandera la marque ou que la situation des quantums l'exigera.

Dans ces hypothèses, le Comptoir est à peu près seul maître de la répartition des commandes. Lorsque, par une pratique fâcheuse, les membres du Comptoir sont autorisés à recevoir directement de leurs clients des commandes, qu'ils n'ont qu'à se faire confirmer par le Comptoir, la rupture de l'équilibre des quantums peut être de leur faute. La sanction consiste alors en une somme déterminée proportionnelle à l'avance sur quantum, payée par ceux qui sont en avance, à ceux qui sont en retard.

Pour rendre leur action plus complète, les Comptoirs, en Allemagne surtout, se sont fédérés en vue d'une protection réciproque. Un Comptoir de produits fabriqués s'entend avec un Comptoir vendant les ma-

tières premières qu'il emploie; en vertu de cet accord, le premier réserve au second toutes ses commandes et le second s'engage à ne pas vendre aux dissidents du premier ou à ne leur vendre qu'à des prix majorés. L'efficacité des Comptoirs devient ainsi beaucoup plus grande et l'existence des dissidents beaucoup plus difficile.

Le *Stahlwerksverband Actiengesellschaft*, de récente fondation en Allemagne, est un Comptoir multiple contrôlant à la fois aciers bruts, blooms, billettes, largets, rails, traverses métalliques, selles, éclisses, poutrelles, U, zorès, etc.; il constitue, à lui seul, une fédération de Comptoirs.

On a fait dernièrement un grand pas de plus, dans la voie des ententes, par la constitution de fédérations internationales de Comptoirs, ou ententes entre Comptoirs de mêmes industries, situés dans des nations différentes, dans le but de mettre un terme à la concurrence qu'ils se font sur les marchés étrangers.

Une entente internationale a été conclue, le 11 octobre 1904, à Londres, entre producteurs allemands, anglais, belges et français de rails de chemins de fer; le 7 novembre suivant, une semblable entente entre producteurs de poutrelles était conclue à Bruxelles entre Français, Belges et Allemands.

A ne considérer que la diversité des produits qui ont donné lieu à la constitution de Comptoirs ou d'ententes plus ou moins parfaites, on pourrait conclure que toutes les industries peuvent donner lieu à ententes, que tous les objets peuvent être vendus par un Comptoir. Il est incontestable aussi que certains produits s'y prêtent beaucoup mieux que d'autres.

Un produit simple dont la qualité ne varie pas d'une fabrique à l'autre, le sucre par exemple, peut, avec la plus grande facilité, faire l'objet d'un Comptoir. Mais l'action d'un Comptoir, même sur un produit simple, sera vite limitée, si ce produit peut être facilement remplacé par un autre, dans tout ou partie de ses applications. Un Comptoir de poutrelles, par exemple, qui augmenterait trop ses prix de vente, limiterait l'emploi du fer et de l'acier et favoriserait le développement des emplois du bois et du ciment armé.

Un Comptoir, pour être efficace et durable, devra grouper la totalité des producteurs du rayon dans lequel il compte écouler les produits de ses usines. Ce n'est pas à dire que l'existence d'un Comptoir est

menacée par un seul dissident; mais un seul dissident rendra son action très incomplète et pourra, s'il essaie d'abuser de sa situation privilégiée et de vivre à l'ombre d'un Comptoir en profitant, sans les avilir, des prix meilleurs établis par celui-ci, en provoquer promptement la rupture.

Les Comptoirs ne sont pas sans inconvénients: ils prolongent l'existence des usines dévies, dans lesquelles le progrès est ralenti, faisant ainsi traîner à l'industrie un poids mort dont elle s'allégerait plus vite; ils élèvent artificiellement les prix de vente, et rendent cette élévation plus sensible et plus choquante par la pratique du *dumping*. Les abus auxquels ils ont donné lieu sont assez variés, mais ils sont, il est vrai, plus imputables aux hommes dirigeant ces Comptoirs qu'aux Comptoirs eux-mêmes.

Leurs avantages, par contre, sont nombreux et certains: ce sont des prix de vente justement rémunérateurs, les crises de baisse atténuées, un frein opposé aux élévations inconsidérées des prix de vente dans les crises de prospérité, une plus grande régularité du travail pour les ouvriers, la lutte plus efficace contre l'importation étrangère, la conquête facilitée des marchés étrangers, la diminution des prix de revient, l'atténuation en temps de grève de l'infériorité considérable du chef d'industrie vis-à-vis des ouvriers en chômage volontaire.

Les Comptoirs ont certainement leur raison d'être dans tous les pays; ils prospéreront évidemment mieux dans un pays protectionniste que dans un état de libre échange, où leur action est plus vite limitée par la concurrence étrangère.

Cette concurrence, frein naturel et efficace contre les velléités de hausse exagérées, qui pourraient tenter les Comptoirs, se trouve supprimée par la fédération internationale de Comptoirs. Mais, si les Comptoirs se laissaient aller à abuser et s'ils exagéraient leurs prix de vente, ils provoqueraient bientôt la création de nouvelles fabriques désireuses de profiter des prix de vente avantageux et dont la concurrence modérerait immédiatement leurs appétits. Les tribunaux sont d'ailleurs armés pour empêcher les Comptoirs d'abuser.

On peut donc espérer que les Comptoirs, comprenant leurs propres intérêts, n'abuseront pas et profiteront, au contraire, de ce que les ententes internationales auront permis l'amélioration des prix de vente à l'étranger, pour diminuer leurs prix de vente à l'intérieur.

VARIÉTÉS

Mesure de la vitesse de l'eau dans les conduites forcées, au moyen du tube de Pitot-Darcy.

Le *Génie Civil* a déjà décrit deux appareils qui, par l'emploi du tube de Pitot, permettent de mesurer avec précision la vitesse de l'eau dans les conduites (1).

La même question vient de faire l'objet d'une communication de M. H. Bellet à l'Académie des Sciences, présentée par M. Boussinesq, dans la séance du 5 juin dernier.

Nous la reproduisons ci-après *in-extenso*:

Pour pouvoir déterminer le rendement d'un moteur hydraulique alimenté par une conduite forcée, il est nécessaire de pouvoir mesurer aussi exactement que possible le débit de cette conduite.

Voici un nouveau dispositif qui, adapté au tube de Pitot-Darcy, permet de mesurer la vitesse avec une très grande approximation. Il est basé sur le même principe que l'appareil enregistreur dont M. Mesnager a entretenu l'Académie dans sa note du 11 janvier 1904 (2), mais il est plus sensible, car il peut déceler une différence de pression pouvant être inférieure à un dixième de millimètre d'eau. Il consiste à relier l'un des ajutages du tube de Pitot-Darcy à l'une des branches d'un tube en U, non capillaire, dans lequel on a préalablement versé un liquide A, non miscible à l'eau et un peu plus dense que celle-ci, et à relier l'autre ajutage à l'autre branche de l'U, de manière à constituer un circuit complètement fermé.

Lorsque l'eau de la conduite est animée d'une certaine vitesse, la pression n'étant pas la même dans les deux ajutages, il se produit, dans les deux branches du tube en U, une dénivellation des surfaces de contact de l'eau et du liquide A. Si l'on désigne par d la densité par rapport à l'eau du liquide A, et par h la hauteur de la dénivellation produite, la relation qui donne la vitesse v en fonction de h est

$$k \frac{v^2}{2g} = h(d - 1),$$

k étant le coefficient pratique du tube de Pitot-Darcy. Ce coefficient est d'ailleurs très voisin de l'unité.

On voit immédiatement que la sensibilité du manomètre pourra être très grande, et qu'elle le sera d'autant plus que la densité du liquide A sera elle-même plus voisine de l'unité.

Au lieu d'employer un liquide plus dense que l'eau, on peut également employer un liquide moins dense. Il suffit simplement de renverser le tube en U.

Le liquide employé A doit être non miscible à l'eau et insoluble dans celle-ci. Il ne doit pas mouiller le verre et, pour faciliter les lectures, il doit être coloré, ou bien il doit dissoudre une matière colorante insoluble dans l'eau. Tels sont, par exemple, le sulfure de carbone ($d = 1,27$ environ), le tétrachlorure de carbone ($d = 1,64$ environ), la benzine ($d = 0,85$ environ), les huiles de pétrole, etc.

Le sulfure de carbone, notamment, donne de bons résultats. Sa densité est voisine de 1,27 et l'on peut facilement le colorer avec l'iode, qui est insoluble dans l'eau en présence du sulfure. La séparation du sulfure d'avec l'eau se fait suivant un ménisque très marqué et elle est très nette.

Les vitesses employées dans les conduites d'eau sont généralement comprises entre 1 mètre et 3 mètres par seconde. Or la mesure de la dénivellation peut se faire à 1 millimètre près; ce qui, pour une vitesse de 1 mètre, correspond à une erreur sur la vitesse de 3 millimètres seulement, de sorte que cette vitesse peut être estimée, abstraction faite du coefficient k du tube de Pitot-Darcy, avec une approximation atteignant 0,3 %.

Lorsqu'on soumettra l'appareil à des pressions différentes, la densité du liquide A pourra varier légèrement; mais, sans déterminer exactement la valeur de cette densité, non plus que celle du coefficient k , il suffira de tarer préalablement l'appareil au laboratoire, pour un liquide donné, et de dresser une table correspondante, pour avoir tous les éléments nécessaires à une mesure.

Prospection électrique des mines.

La méthode la plus simple et la plus habituelle pour prospecter un gisement métallifère reconnu par ses affleurements, ou simplement soupçonné, consiste à opérer des fouilles et des sondages qui risquent souvent, surtout dans le cas des filons, de passer à côté du minerai; de plus, il faut généralement atteindre les couches profondes pour avoir une idée réelle de la richesse de ce minerai, ce qui rend les sondages encore plus coûteux.

Une Compagnie américaine, l'Electric Metal Locating Co, emploie un nouveau procédé, inventé par un Ingénieur de Chicago, M. Fr. Brown, et qui donne, paraît-il, des résultats remarquables.

La méthode Brown, que décrit le *Cosmos*, du 20 mai, consiste en principe à mesurer au moyen d'un appareil quelconque la résistance électrique du terrain compris entre deux électrodes enfoncées dans le sol. L'appareil peut être un ohmmètre, un pont, etc. En procédant ainsi sur différents points, on peut arriver à se rendre compte si un gisement métallique se trouve interposé sur le circuit terrestre que déterminent les deux électrodes.

Supposons, par exemple, qu'on mesure successivement (fig. 1) les résistances entre les points du sol A et A', B et B', etc., qui forment les extrémités de lignes égales et parallèles: si un filon MM' se rencontre sur

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 44, p. 233, et n° 46, p. 269.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 42, p. 195. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*).

le parcours des opérations, on remarquera une diminution de résistance sur les lignes EE', FF', qui le recourent. On étudiera alors spécialement ces points particuliers, en multipliant les mesures dans leur voisinage, en changeant l'orientation des lignes, etc. Au contraire, en l'absence de gisement, on obtiendra des résistances assez peu variables, ou en tous cas ne tombant pas brusquement comme dans le cas précédent.

La Compagnie précitée aurait ainsi découvert un filon situé à 180 mètres de profondeur. L'ordre de grandeur des résistances, dans certains cas, est de 20 000 à 50 000 ohms pour le terrain, descendant à quelques centaines d'ohms et même moins au passage du filon.

Un perfectionnement important, apporté à cette méthode par MM. Léo Daft et Williams, consiste à remplacer les mesures ohmiques

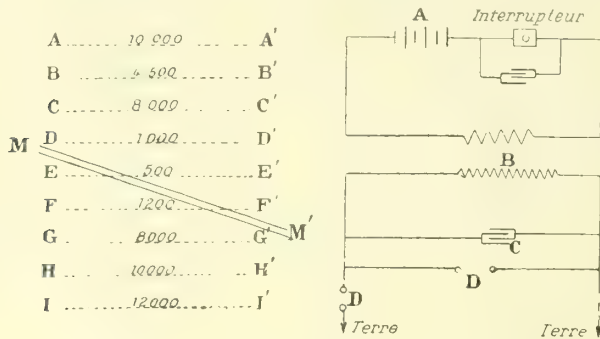


FIG. 1.

FIG. 2.

par l'étude, au moyen du téléphone, des décharges d'un appareil de Hertz (fig. 2) mis en communication avec deux points du sol comme dans le premier cas.

La batterie d'accumulateurs A excite le circuit primaire de la bobine B, dont le secondaire (aux bornes duquel est monté un condensateur C) porte les explosifs D, reliés à la terre aux deux bouts du champ de prospection. Les investigations se font au moyen de récepteurs téléphoniques branchés sur les secondaires de bobines portatives dont les primaires sont mis à la terre aux points explorés.

Lorsque l'état du sol est normal et régulier, les crépitements entendus dans les téléphones sont réguliers et presque imperceptibles; ils deviennent au contraire irréguliers et plus ou moins intenses quand des veines métalliques se trouvent à proximité. On cherche, comme ci-dessus, à déplacer les tiges du récepteur jusqu'à obtenir les indications les plus fortes pour en déduire la direction du filon.

On assure qu'en Angleterre, des résultats probants ont déjà été obtenus en Cornouailles et dans le Pays de Galles, par la Compagnie qui exploite ce nouveau procédé.

Mesure directe de l'action des vagues.

Il est souvent intéressant de mesurer exactement la puissance des vagues qui peuvent venir battre les ouvrages d'un port, lorsqu'il s'agit de construire un ouvrage en maçonnerie, exposé directement à leur action.

L'Engineering News, du 23 février 1905, donne sur cette question les résultats d'une étude très détaillée de M. D. D. Gaillard, officier du génie aux États-Unis. Nous allons en résumer les parties les plus importantes.

Les appareils qui ont servi à l'auteur pour la mesure directe de la puissance du choc et des pressions développées au passage par les vagues sont au nombre de trois : les deux premiers sont des dynamomètres à ressorts, le troisième est un dynamomètre à diaphragme, qui permet d'observer simultanément les effets statiques et dynamiques des vagues et individuellement pour chacune d'elles.

Le premier appareil (fig. 1 et 2) se compose d'une plaque de tôle d'acier A, de 6 millimètres, maintenue dans un plan vertical en avant d'un poteau E, au moyen de deux ressorts B, analogues aux ressorts de suspension des voitures. La surface de cette plaque est de 203 × 457 millimètres. Son centre porte vers l'arrière une tige C coulissant dans le poteau de support et se terminant par un pointeau qui aboutit à une rainure G remplie de paraffine mélangée de cire. Les ressorts cédaient de 1 centimètre par 21 kg 75 de poussée totale; les quantités dont ils avaient fléchi étaient marquées par l'empreinte du pointeau dans la paraffine.

Le deuxième appareil (fig. 3 et 4) était disposé à peu près de la même façon, mais la plaque A était placée horizontalement et reliée rigidement à quatre boulons C, pénétrant dans des cavités creusées dans la poutre, sur laquelle était fixé l'appareil; ces boulons se terminaient par des têtes rondes F, reposant sur des butées en caoutchouc qui amortissaient les chocs au retour; ils étaient recouverts extérieurement de paraffine, laquelle se détachait par le frottement au passage de la semelle D, lorsque le ressort spiral se comprimait.

Le dynamomètre à diaphragme (fig. 5, 6 et 7) était constitué par

une caisse tronconique A, terminée, du côté de sa face ouverte, par une bride à bords dressés. Sur son ouverture, se fixait un diaphragme R, en caoutchouc pour courroie, maintenu par une bague E à face de contact également dressée et maintenue par des boulons F. L'intérieur de cette caisse communiquait par un tube P avec un réservoir T d'alimentation.

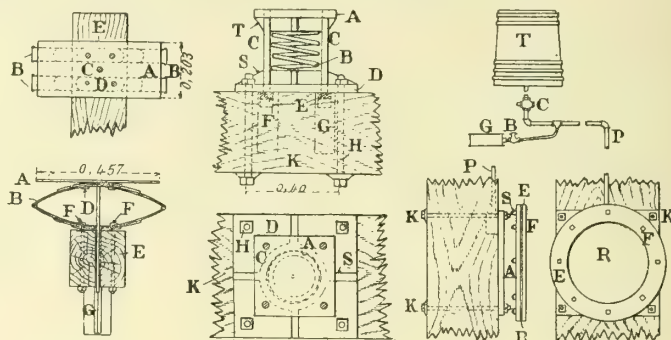


FIG. 1 et 2.
Élévation et plan
de l'appareil
à mesurer la poussée
horizontale
des vagues.

FIG. 3 et 4.
Élévation et plan
de l'appareil
à mesurer la poussée
verticale
des vagues.

FIG. 5, 6 et 7.
Disposition d'ensemble
et vues latérales
du dynamomètre à diaphragme.

Pour se servir de l'appareil on le remplit de liquide et on ferme le robinet C, tandis qu'on ouvre B. Toutes les pressions qui s'exerceront dès lors sur le diaphragme seront transmises au manomètre G, qu'on étalonne au préalable, en immergeant le diaphragme dans une eau tranquille et à diverses profondeurs.

Le diagramme de la figure 8 donne en abscisses les pressions

Pressions max. observées en livres par pied carré

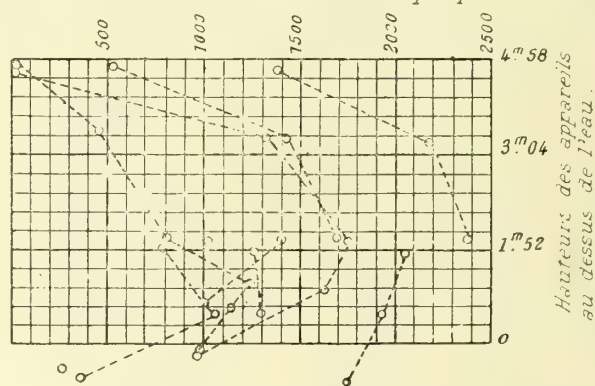


FIG. 8. — Diagramme des pressions exercées par les vagues à différentes hauteurs.

maxima observées avec les appareils du deuxième type, placés à des hauteurs au-dessus du niveau de l'eau portées en ordonnées. Les lignes brisées joignant différents points sont supposées correspondre à une même vague sans que rien puisse permettre de l'affirmer. Les pressions sont mesurées en livres anglaises par pied carré et la hauteur de chaque petit rectangle, comptée en ordonnée, correspond à 1 pied (1).

Voici maintenant quelques-uns des résultats donnés par ces appareils :

	DIMENSIONS MAXIMA DES VAGUES EN MÈTRES		VITESSE EN MÈTRES par seconde.	PRESSIONS MAXIMA en kg par m ²
	Hauteur	Longueur		
Premier appareil	0,61	14,03	2,56	710
	1,22	25,61	3,72	2 020
	1,83	43,75	5,35	3 330
Deuxième appareil	3,66	45,75	7,50	5 750
	3,96	45,75	9,03	8 070
	4,88	61,05	9,45	8 500
Troisième appareil	4,56	15,25	4,88	2 050
	1,83	27,43	6,50	4 320
	3,96	61,00	9,13	8 210

Dans ce tableau, les deux avant-dernières lignes correspondent à un dynamomètre à diaphragme, installé à 0m30 au-dessus du niveau de l'eau et la dernière à un dynamomètre du même genre placé à 1m07 au-dessus de ce même niveau.

(1) Le pied = 0m3048; la livre par pied carré = 4kg88 par mètre carré.

Ces expériences ont montré que la vague n'agit pas comme le ferait un solide : la poussée exercée par une vague ne dépasse pas celle que donnerait un courant continu animé d'une vitesse égale et agissant sous le même angle; il y a lieu de remarquer que les indications données par les dynamomètres à ressorts ne renseignent que sur l'action dynamique des vagues.

La puissance que possèdent les vagues peut être considérable : dans certains cas, elles ont entraîné des blocs énormes pour le déplacement desquels elles ont dû exercer la pression énorme de 10 tonnes par mètre carré.

Appareil pour la dessiccation des substances pâteuses et particulièrement du lait concentré.

Nous avons donné précédemment, dans le *Génie Civil* (1), la description de plusieurs appareils pour la fabrication du lait en poudre. Dans ce même but, M. Huillard utilise actuellement un appareil spécial qu'il dénomme « pailleteuse ». Cet appareil, représenté schématiquement par les figures 1 et 2, est essentiellement constitué par une toile métallique sans fin AB... LM qui plonge dans la cuve B contenant le lait à dessécher.

La toile métallique repose alternativement sur un rouleau supérieur *r* et sur un rouleau inférieur R. Les rouleaux inférieurs sont seuls moteurs; ils font habituellement un tour par minute, ce qui donne à la toile sans fin une vitesse linéaire d'environ 1^m 30. L'espace dans lequel se meut la toile métallique est, sauf à l'endroit où elle plonge dans la cuve, complètement fermé par un coffrage dans lequel l'air chaud est introduit à une température telle que la dessiccation soit complète. Cet air chaud pénètre dans le coffrage en *a*; grâce aux cloisons successives *h* formant chicanes, il cède presque toute sa

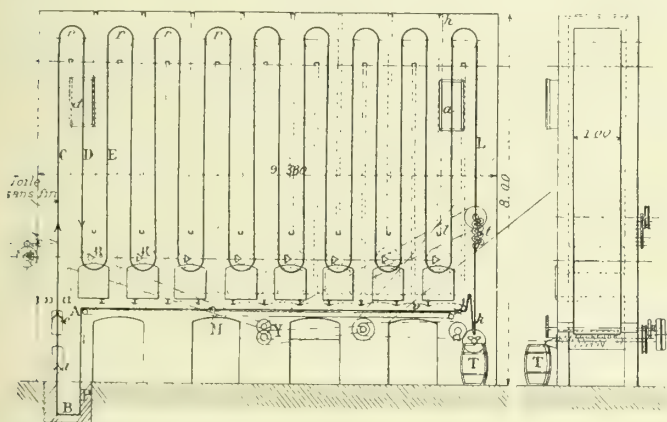


Fig. 1 et 2. — Coupe transversale et vue en bout schématiques de l'appareil Huillard.

chaleur avant de sortir en *d*. L'échauffement de l'air est obtenu au moyen des chaleurs perdues qui s'échappent par la cheminée de l'usine et son passage à travers le séchoir est réalisé par un ventilateur aspirant non représenté sur les figures ci-dessus.

Voici maintenant comment s'effectue la dessiccation du lait :

La toile métallique se déplaçant à une vitesse convenablement réglée, plonge dans le lait contenu dans la cuve et prend dans ses mailles une certaine quantité de ce lait; en *i*, se trouvent deux lèvres égalisant sur la toile l'épaisseur du lait. Deux contre-lèvres *e* ont pour but d'éviter l'entrée de l'air froid extérieur dans le coffrage qui constitue le séchoir. La toile sans fin, chargée de lait, chemine dans le séchoir en sens inverse du courant d'air chaud. En *t*, sont disposées des tringles de pliage, en *k* une boîte de battage ayant pour but d'enlever à la toile sans fin la pellicule de lait solide qui y adhère. Les pellicules tombent dans le tonneau T.

L'appareil Huillard peut convenir non seulement à la dessiccation du lait, mais encore à toutes les substances pâteuses telles que gluten, amidon, couleurs d'aniline, extrait de bois de teinture, extraits végétaux, résidus d'usines de produits chimiques et eaux noires de papeterie.

P. R.

Élévateur à charbons de la gare de Grunewald (Berlin).

La gare de Grunewald, près Berlin, où une cinquantaine de locomotives s'approvisionnent journellement de charbon, est pourvue d'une installation que représentent les figures 1 et 2, empruntées à la *Zeits. des Ver. deutsch. Ing.*, du 13 mai.

Le train charbonnier stationne d'un côté de l'élévateur; chaque wagon passe à son tour sur la bascule K, manœuvrée au moyen du

cabestan S, et y vide par bout son contenu dans la trémie R. Les crochets *c* (fig. 2) maintiennent un essieu pendant ce mouvement de bascule, qui s'effectue au moyen d'une presse hydraulique P montée sur un axe horizontal.

La pompe de cette presse et son moteur sont situés dans la baraque voisine B, sous la charpente de l'élévateur. L'arrêt du plongeur de la pompe P, à bout de course, est réalisé par une disjonction automatique qui coupe le courant du moteur de la pompe; un trou de

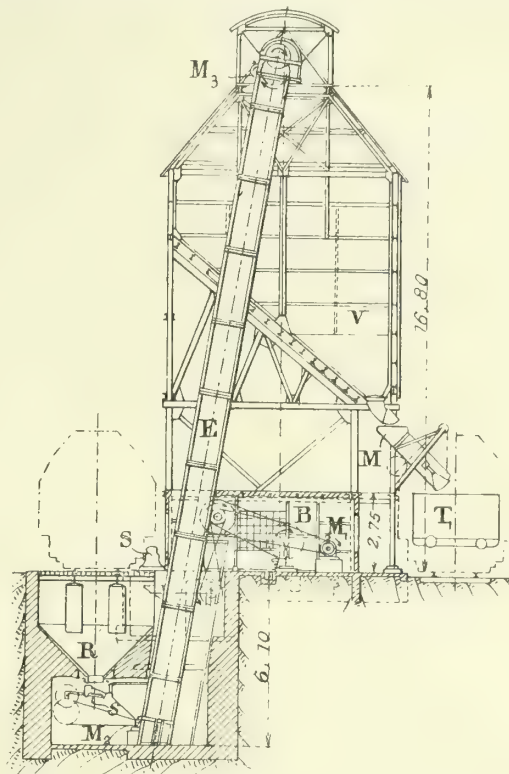


Fig. 1. — Coupe verticale de l'installation perpendiculairement aux voies.

sûreté est aussi pratiqué dans le piston, de façon à laisser échapper l'eau si ce trou vient à dépasser le presse-étoupes par suite d'un déplacement excessif du piston. Un système d'arrêt permet d'empêcher qu'un wagon ne vienne tomber dans la fosse quand la plate-forme K est levée. Une potence sert à relever la paroi antérieure du wagon avant le basculement.

De la trémie R, où un dispositif est installé pour briser les morceaux trop gros, le charbon est amené par une table à secousses

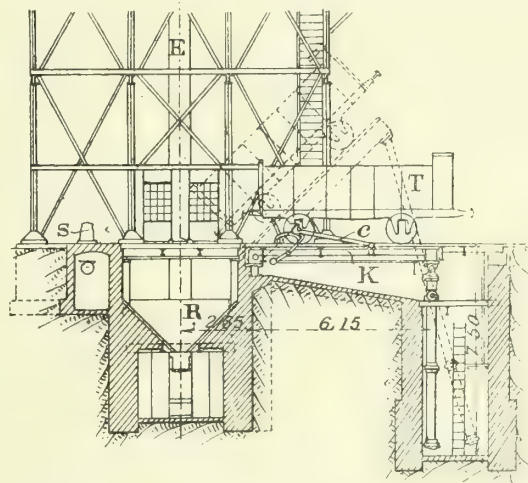


Fig. 2. — Coupe verticale parallèlement aux voies.

aux godets de l'élévateur E, et remonté au silo V, dont le fond en pente raide aboutit à deux postes de chargement M. Devant les trappes, sont suspendues des bennes M dont les capacités sont respectivement de 0^m5 et 1 tonne; une grue permet de les charger et de les décharger ensuite sur le tender T₁. Ce système sert à compter rapidement les quantités de charbon expédiées sur chaque tender.

La contenance du silo est de 390 mètres cubes (310 tonnes de charbon). Les parois sont maçonnées et le fond, en forte tôle, repose sur des fers assez rapprochés (fig. 1). Les godets de l'élévateur ont 0^m50 de largeur.

Les moteurs électriques M₁ (pompe et cabestan) et M₃ (élévateur) sont de 10 chevaux; le moteur M₂ (table à secousses), de 2 chevaux seulement.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 24, p. 334.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Société des Ingénieurs civils.

Séance du 2 juin 1908.

Présidence de M. L. COISEAU, Président.

I. — M. LE PRÉSIDENT a le regret de faire connaître le décès de M. Francisque Reymond, ancien Président de la Société des Ingénieurs civils, officier de la Légion d'honneur, sénateur, ancien élève (1852) et ancien directeur de l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures.

II. — M. P. PRACHE présente une communication sur les *Fondations isolantes Anthoni-Prache contre les bruits et les trépidations*.

Il distingue d'abord les vibrations en trépidations et en bruits. La distinction entre les différents bruits ne peut être faite par l'oreille : la recherche de leur origine peut seule renseigner sur leur mode de transmission qu'il importe de connaître. L'interposition d'obstacles atténue les bruits transmis par l'air ; les fondations isolantes suppriment la transmission par le sol des bruits et des trépidations.

M. Prache montre que, parmi les matières dites isolantes, le caoutchouc seul possède les qualités nécessaires : homogénéité, durée et élasticité (qui est environ vingt fois plus grande que celle de l'acier). Il montre également : 1° que la constance du volume paraît être la caractéristique des déformations purement élastiques ; 2° que le module d'élasticité peut être défini : le rapport de la variation de force à la variation de section perpendiculaire à la force ; 3° enfin que, pour les grandes déformations, si l'on se met à l'abri des phénomènes secondaires dus à l'influence du temps, des déformations permanentes, etc., que si, de plus, on prend pour coordonnées les forces par unité de section initiale et les sections, la courbe obtenue est une hyperbole.

La vitesse de propagation dans le caoutchouc peut être amenée à n'être que de quelques mètres par seconde. De cette grande différence entre les vitesses de propagation dans le caoutchouc et dans les autres solides, il résulte d'après la théorie de Fresnel, que l'intensité du rayon réfracté est sensiblement nulle et qu'il y a réflexion totale quand la vibration tend à passer du caoutchouc dans le sol.

III. — M. L. RITH présente ensuite une communication sur les *Régulateurs à force centrifuge (remarques générales sur leur stabilité et sur leur réglage)*.

On ne peut fixer *a priori*, avec précision, les meilleures données d'établissement d'un régulateur à action directe ; aussi est-il nécessaire d'en effectuer le réglage. Le procédé le plus pratique consiste à ajouter, sur les leviers qui transmettent le mouvement du manchon, un effort supplémentaire variant suivant une loi déterminée.

La stabilité d'un régulateur ne peut être convenablement évaluée sans tenir compte des effets d'inertie : deux régulateurs sont également stables, si, conduits par un même moteur dont la vitesse varie d'une manière quelconque, les déplacements du manchon ne cessent pas de se correspondre exactement. Partant de cela, on peut calculer une expression générale du coefficient de stabilité et déterminer la durée des oscillations propres du régulateur. Si cette durée est voisine de la période du moteur ou qu'elle en soit un multiple ou sous-multiple exact, le phénomène des oscillations rythmées tendra à augmenter de plus en plus l'amplitude des oscillations.

M. Rith examine ensuite l'effet des amortisseurs et du frottement. Au sujet des régulateurs isochrones, il rappelle en quelques mots leurs inconvénients et établit leur coefficient de stabilité.

Enfin, il parle des procédés et des dispositifs servant, soit à régler l'isochronisme et la stabilité, soit à changer aussi la vitesse de régime. Il examine comment se comportent les régulateurs des principaux types à ce dernier point de vue.

IV. — M. TEISSET présente une communication sur l'*Enrouleur de courroies «Le Lénia»*, système Leneveu. Le principe de cet appareil, qui a été décrit en détail dans le *Génie Civil* (1), consiste à enrouler la courroie sur les trois quarts de la circonférence des poulies au moyen d'un ou deux galets, de sorte que l'adhérence de cette courroie est considérablement accrue et que la tension du brin mou est minime. Dès lors, les organes de la transmission peuvent être calculés pour des efforts beaucoup moindres qu'avec une transmission ordinaire. A. B.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 8, p. 413.

Académie des Sciences.

Séance du 5 juin 1908.

Agronomie. — *Sur les résultats obtenus par l'observation des terres arables en plaques minces*. Note de MM. A. DELAGE et H. LAGATU, présentée par M. Schloesing fils.

La présente note a pour objet de réfuter brièvement les objections qui ont été faites aux travaux d'analyse minéralogique de MM. Delage et Lagatu (1) et de compléter leurs notes antérieures (2) par l'exposé de faits nouveaux.

Elle se termine par l'indication de quelques applications pratiques de leur méthode, relatives à l'assimilabilité de la potasse et de l'acide phosphorique.

Hydraulique. — *Nouveau mode d'application du tube de Pitot-Darcy à la mesure de la vitesse des conduites d'eau sous pression*. Note de M. H. BELLET, présentée par M. Boussinesq.

Nous reproduisons cette note *in extenso* à la page 415 de ce même numéro.

Médecine. — *Sur une nouvelle méthode de protection contre les rayons de Röntgen*. Note de M. J. BERGONIÉ, présentée par M. Bouchard.

Le danger qu'il y a à s'approcher souvent et à de faibles distances d'un tube de Crookes en fonction est aujourd'hui parfaitement reconnu. De graves lésions de la peau ont été observées et l'action atrophante des rayons de Röntgen sur certains organes internes, permet de prévoir que des désordres, tout aussi graves mais plus cachés, se produiraient à la longue sur l'organisme de ceux qui tous les jours utilisent les rayons X, soit pour le diagnostic, soit pour la thérapeutique.

La nouvelle méthode de protection, décrite dans cette note et qui est employée depuis six mois dans le service d'électricité médicale de l'Université de Bordeaux et des hôpitaux, ne présente aucun des inconvénients des méthodes ordinaires. Son principe consiste à placer tout l'entourage du malade au-dessus du plan horizontal prolongeant l'anticathode et, au-dessous de ce plan, le malade seul. L'espace est ainsi virtuellement divisé en deux parties, dont l'une, la supérieure, est si complètement indemne de rayons X, qu'on peut y manier la plaque sensible radiographique auprès du tube sans risques de voile.

La réalisation pratique de ce dispositif est également très simple. Il ne peut pas s'appliquer à la radioscopie.

Photographie. — *Photographies en couleurs du spectre négatives par transmission*. Note de M. G. LIPPMANN.

On obtient la reproduction photographique des couleurs en employant une couche sensible transparente et adossée, pendant la pose, à un miroir de mercure. Les couleurs du modèle sont visibles par réflexion après développement de la plaque. La nature de la couche sensible est indifférente.

Quand elle est formée d'une pellicule bichromatée, on la fixe par un simple lavage à l'eau : les couleurs apparaissent en même temps, visibles tant que la couche est humide. Elles disparaissent par dessiccation et reparaissent chaque fois que l'on rend de l'humidité à la plaque.

M. Lippmann s'est demandé si l'on ne pourrait pas remplacer, dans cette expérience, l'eau, qui s'évapore, par une matière solide et fixe.

Il a imbibé la plaque d'une dissolution aqueuse d'iodure de potassium : après séchage, les couleurs subsistent encore, mais sont faiblement visibles ; l'iodure de potassium est donc demeuré dans la plaque en se partageant inégalement entre les maxima et minima d'interférence.

Vient-on à verser sur les couches ainsi chargées d'iodure de potassium à l'état sec une dissolution de nitrate d'argent à 20 %, les couleurs deviennent extrêmement brillantes. On peut ensuite laver la plaque et la faire sécher ; les couleurs subsistent, après séchage, avec tout leur éclat.

Dans ces épreuves les couleurs vues par transparence sont changées en leurs complémentaires, et les négatifs sont brillants. Si l'on arrivait à obtenir le même résultat en partant, non plus de couches

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 3, p. 47. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*.)(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 20, p. 326. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*.)

bichromatées, qui sont peu sensibles et isochromatiques, mais de pellicules au gélatinobromure, on pourrait multiplier les épreuves en couleurs par tirage au châssis-pressé, comme dans le cas de la photographie ordinaire.

Physiologie. — *Du contraste simultané des couleurs*. Note de M. A. POLACK, présentée par M. d'Arsonval.

Le mécanisme physiologique du contraste simultané des couleurs est encore mal connu. La question se complique par le fait qu'on ne se met pas toujours dans les conditions nécessaires pour éliminer toute influence des images accidentelles, de sorte que le contraste simultané et le contraste successif ont été souvent confondus.

Il ressort des expériences indiquées dans cette note que le phénomène du contraste simultané des couleurs apparaît même avec des éclairs lumineux de 0,1 seconde, ce qui élimine complètement les images accidentelles par mouvement de l'œil, un mouvement réflexe exigeant ce temps pour commencer à se produire. Dans ces conditions, l'effet du contraste dépend de l'état de l'accommodation de l'œil ; en outre, la teinte complémentaire ne s'étend qu'à des zones ayant le diamètre apparent correspondant au chromatisme de l'œil. C'est donc celui-ci qui joue le rôle essentiel dans la production du contraste simultané pur.

Physiologie végétale. — *Sur les effets de la décortication annulaire*. Note de M. LECLERC DU SABLON, présentée par M. Gaston Bonnier.

L'auteur s'est proposé de rechercher l'influence de la décortication annulaire, pratiquée dans le voisinage du collet, sur la répartition des réserves hydrocarbonées dans les tiges, les racines et les feuilles ; il a opéré sur des poiriers, des coignassiers et des fusains du Japon, âgés de trois à quatre ans. Un premier lot d'arbres a été décortiqué le 9 février avant le départ de la végétation ; un deuxième lot le 8 mai, lorsque les premières pousses étaient formées ; un troisième lot n'était pas décortiqué et servait de témoin.

A des intervalles de deux mois environ, des arbres appartenant à chacun des trois lots étaient récoltés et analysés comparativement. Les résultats relatifs au poirier figurent dans un tableau dans lequel les nombres donnés indiquent la quantité de réserve hydrocarbonée rapportée à 100 parties de matière sèche analysée.

Les coignassiers et les fusains du Japon ont donné des résultats comparables à ceux des poiriers.

Ces expériences mettent en évidence, d'une façon très claire, les échanges de réserves qui ont lieu entre la tige et la racine ; à la fin de l'hiver et au commencement du printemps, les réserves vont de la racine vers la tige, déterminant ainsi dans le liber un courant ascendant de sève élaborée ; du mois de mai au mois d'octobre, elles vont de la tige vers la racine. Les analyses comparatives montrent de plus l'importance quantitative de ces échanges.

Physique du globe. — *Ascensions de ballons-sondes exécutées au-dessus de la mer par S. A. S. le Prince de Monaco, au mois d'avril 1905*. Note de M. H. HERGESELL.

Ces ascensions faites au-dessus de la Méditerranée ont démontré que la méthode des ballons-sondes, qui a eu tant de succès sur terre, peut également être employée au-dessus des océans avec un grand avantage. Dans des conditions plus favorables, que l'on peut, d'après ces expériences, trouver dans la région des alizés et des calmes, on atteindra des hauteurs de plus de 15 kilom. sans perdre les ballons de vue. On étudiera ainsi non seulement les courants aériens dans le voisinage de l'équateur jusqu'à de grandes altitudes, mais encore d'autres phénomènes météorologiques, tels que la position de la zone isotherme découverte par MM. Teisserenc de Bort et Assmann.

Thermochimie. — *Observations sur les méthodes employées en calorimétrie et spécialement sur la détermination de la chaleur de combustion des composés organiques* ; par M. BERTHELOT.

L'auteur montre la nécessité de certaines précautions dans les expériences de déterminations calorimétriques, fait la critique des méthodes employées par Thomsen et conclut à la supériorité de la méthode de la bombe calorimétrique avec oxygène comprimé qu'il a imaginée il y a déjà vingt ans.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

ART MILITAIRE

Les méthodes de la balistique extérieure. — La transformation fréquente du matériel d'artillerie, son accroissement de puissance et de portée, entraînent dans l'étude d'un projet de bouche à feu l'emploi de méthodes de plus en plus sûres, où doivent entrer en ligne de compte des éléments que l'on pouvait à la rigueur négliger autrefois. M. le commandant P. CHARBONNIER, de l'artillerie coloniale, vient de publier dans la *Revue d'Artillerie*, de février, un mémoire où se trouvent exposées, avec beaucoup de lucidité, les tendances nouvelles de la science à cet égard et qui résume avec beaucoup de philosophie les idées contenues dans le *Traité de Balistique extérieure*, du même auteur.

Pendant une trop longue période, la science de l'artillerie est restée basée uniquement sur l'observation : c'était le triomphe de l'empirisme et l'abaissement systématique de la théorie ; l'apparition trop tardive, en 1884, du *Traité de Balistique expérimentale*, d'Hélie et Hugoniot, en fixe l'évangile, mais en marque la fin. Déjà la Commission de Gâvres élargissait ses méthodes et, depuis lors, abordant le problème dans sa généralité spéculative, de nombreux savants, parmi lesquels l'officier italien Siacci, ont montré qu'il peut être résolu par la théorie, sans être forcé de prendre pour base, par exemple, l'une des formes analytiques, variées au gré des expérimentateurs, qu'on a proposées pour la résistance de l'air.

« La théorie de Siacci, continuant Saint-Robert, généralisant Didion et libérant la Balistique extérieure des formes explicites, nous paraît dépasser de beaucoup les limites de cette science, écrit M. Charbonnier : elle constitue une véritable méthode applicable à d'autres branches de la science physique. » L'union de l'expérience et de la théorie est évidemment indispensable dans l'étude des phénomènes naturels, mais « la théorie est le guide que l'on prend au départ, qu'on interroge sans cesse le long de la route... qui indique le chemin le plus sûr et qui découvre l'horizon le plus vaste ».

CHEMINS DE FER

L'alimentation en route des locomotives en Allemagne. — Le trajet de certains trains rapides entre Berlin et Hanovre, ne comporte, en principe, pas d'arrêt ; néanmoins il y a un arrêt de service à Oebisfelde pour remplir d'eau le tender, dont la contenance est de 20 mètres cubes, tandis que la machine en consomme 32 pendant le voyage entier.

La *Zeit. des Ver. deutsch. Eisenbahn.*, du 3 juin, publie à ce sujet une courte note où il est dit qu'on a voulu créer un poste d'alimentation sans arrêt, avec rigole au milieu des voies, comme il en existe quelques exemples en Angleterre et en France (1) ; mais la dépense qu'entraîne la construction et la protection de ces installations contre l'hiver rigoureux de la Prusse semblent peu en rapport avec les quelques minutes gagnées de ce fait. Il semble plus intéressant de multiplier les grues hydrauliques à grand débit, comme il en existe déjà une à Oebisfelde, qui vide 12 mètres cubes dans le tender en moins de deux minutes et réduit l'arrêt du train dans des proportions considérables.

Préparation des traverses de chemins de fer à la Compagnie de l'Ouest. — Les traverses en bois sont, à la Compagnie de l'Ouest, injectées à la créosote brute de houille. Cette opération se fait au chantier de Surdon (Orne), placé vers le centre géographique du réseau. L'emplacement occupé par ce chantier a une superficie de plus de 8 hectares. Les traverses blanches sont, à leur arrivée, empilées et classées par essences et par modes de débit. Les bois qui servent à leur confection sont le chêne, le hêtre et, par exception, le charme. Le classement susdit a pour but de placer, dans la même catégorie, des traverses homogènes qui, après séchage, offriront la même résistance à la pénétration de la créosote. L'empilage est fait de manière à faciliter la dessiccation naturelle par libre circulation de l'air.

Au bout d'un temps qui varie de six mois à un an, on transporte les traverses, sur des lorries en fer,

dans des séchoirs à air chaud ; la durée de l'étuvage est de vingt-quatre heures. De là, les traverses, placées sur de petits chariots spéciaux, sont poussées dans les cylindres d'injection, à fermeture hermétique, chauffés par des serpentins à vapeur, à la pression de 2 kilogr., ce qui permet de conserver à la créosote une température uniforme de 80 degrés. Puis, on fait le vide dans ces cylindres, et on les met en communication avec les cuves à créosote. Quand le liquide les a remplis, on exerce au moyen de pompes, une pression intérieure de 7 kilogr. pendant trente-cinq à quarante-cinq minutes. La créosote injecte ainsi le bois, à raison de 24 kilogr. par traverse de hêtre et de 4^{kg}5 par traverse de chêne.

D'après le numéro du mois de mai de la *Revue générale des Chemins de fer*, dans lequel est décrite cette préparation, la production annuelle du chantier de Surdon est de 297 500 traverses et de 200 000 pièces diverses de bois injecté telles que piquets, pieux et panneaux.

ÉLECTRICITÉ

Sur le choix des câbles électriques. — L'*Electrical Review* (N. Y.), du 25 mars et du 1^{er} avril, reproduit une communication de MM. ATKINSON et BEAVER au sujet des conditions à exiger dans la fabrication des câbles isolés.

Le cuivre peut présenter des différences de conductibilité allant jusqu'à 12 % et provenant, soit d'un étamage imparfait, soit de la présence de métaux étrangers. Les auteurs indiquent pour la vérification de l'étamage une méthode, dite de Glover, qui consiste à immerger le fil pendant une minute dans l'acide chlorhydrique dilué, le laver, puis le plonger 30 secondes dans une solution de sulfite de soude. On répète ce cycle d'opérations un nombre suffisant de fois pour que le fil, examiné à la loupe, commence à apparaître noir, et le nombre d'opérations donne la mesure de la perfection de l'étamage.

La qualité du caoutchouc est difficile à apprécier par l'analyse. L'emploi de factices ou de mélanges est toujours préjudiciable à la valeur du câble.

Les auteurs donnent quelques indications sur les câbles ignifugés, obtenus généralement par une enveloppe de jute ignifugée par-dessus l'isolant. Ces câbles résistent bien à une source de chaleur intérieure, en ce sens que leur combustion n'est que locale et ne se continue pas.

Les câbles « au bitume vulcanisé » dans lesquels l'isolant employé est obtenu par action du soufre sur un produit de distillation de certains pétroles, ont été essayés par les auteurs au point de vue de la déformation de l'isolant ; ces essais ont montré que, moyennant certaines précautions, ces câbles peuvent être employés.

Les câbles isolés au papier doivent toujours être recouverts de plomb. L'essai ordinaire en cuve est sans utilité, certains défauts pouvant exiger des mois pour que l'eau y pénétre. L'emploi d'une pression hydraulique est plus efficace. Après s'être étendus sur les diverses causes de corrosion du plomb, dont la plus fréquente est l'électrolyse, les auteurs donnent, en appendice, un modèle de spécification pour les câbles jusqu'à 500 volts.

Causes de destruction des contrôleurs. — Il arrive souvent qu'un contrôleur brûle sur un tramway, bien que les fusibles soient, au dire des employés, dans des conditions normales. M. S. W. ASHE étudie ces accidents dans l'*Engineering News*, du 20 avril.

Il établit que cette assertion n'a rien d'in vraisemblable et que les arcs formés par les courts-circuits entre le trolley et le sol peuvent très bien fondre les pièces du contrôleur avant que les fusibles ne sautent. Il a vérifié l'explication qu'il donne du phénomène par des expériences qu'il décrit en reproduisant des conditions analogues et indique le remède permettant d'éviter ces accidents.

Nouvelle méthode d'essai des alternateurs. — L'essai des grands alternateurs présente des difficultés ; la marche à pleine charge nécessite une grande dépense d'énergie, et les méthodes indirectes ne sont pas toujours applicables.

Dans l'*Electrical World*, du 22 avril, et dans l'*Elektrotechnische Zeitschrift*, du 11 mai, MM. HOBART et PUNGA décrivent une méthode qui, tout en n'obligeant à fournir que l'énergie qui correspond aux pertes, n'exige aucun changement dans les connexions de la machine.

Cette méthode consiste à diviser en deux parties le temps de l'essai ; pendant l'une de ces parties, la machine fonctionne en court-circuit, avec un courant supérieur au courant normal ; pendant l'autre partie, elle tourne à vide, avec une excitation supérieure à l'excitation normale.

Moyennant un choix judicieux des durées de marche et des excitations, on arrive ainsi à une perte totale précisément égale à la perte à allure normale.

L'auteur indique comment la relation entre les temps doit être déterminée, pour arriver aux pertes exactes, non seulement dans le fer et dans le cuivre induit, mais encore dans l'enroulement inducteur.

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Détermination des proportions à donner aux éléments du béton. — Les spécifications généralement imposées dans les contrats, au sujet de la proportion des divers éléments du béton, sous la forme 1 : 2 : 5, sont des plus imprécises, le volume du ciment variant jusqu'à 35 % suivant que le ciment est encore en baril ou non. Elles sont d'ailleurs souvent imposées très à la légère : le sable et le gravier étant ordinairement fournis par l'entrepreneur ; par suite, leurs vides, qui servent à déterminer les proportions, sont inconnus de l'ingénieur qui impose ces proportions. Elles ont cependant une très grande importance, puisque la résistance et le prix du béton en dépendent.

M. R. T. DANA étudie, dans l'*Engineering News*, du 20 avril, les moyens de déterminer facilement les proportions à donner aux divers éléments du béton, connaissant le pourcentage a des vides du gravier et celui b des vides du sable, tous deux faciles à connaître. À l'aide d'équations exprimant que, pour assurer la meilleure résistance en même temps que l'économie du béton, le volume du ciment, doit dépasser le volume des vides du sable et le volume du mortier celui des vides de gravier de $E\%$, l'auteur détermine en fonction de a , b et E :

1° La valeur des volumes de sable et de gravier à employer par unité de volume de pâte aqueuse de ciment définie par l'emploi de 1 baril pour 0^m 098 de pâte. Il trace à l'aide de ces formules en faisant varier a , b , E , des diagrammes permettant de lire immédiatement, après l'essai du sable et du gravier pour la mesure des vides, la valeur de ces volumes.

Dans ces courbes, a varie de 35 à 50 ; b , de 0 à 50 ; E prend les valeurs 10, 15, 20, 25 pour chacune desquelles est établi un diagramme ; elles définissent une qualité de béton déterminée. L'auteur énumère les emplois correspondant à chacune de ces qualités ;

2° Le volume de gravier par mètre cube de béton. Ce volume est indiqué sur les courbes du graphique ; celui de la pâte de ciment par mètre cube de béton s'en déduit.

L'auteur donne aussi des diagrammes permettant, pour différentes valeurs de E , de déterminer le nombre de barils de ciment à employer, connaissant, d'après les diagrammes précédents, le volume de gravier par unité de pâte de ciment.

Il termine en donnant des exemples d'application de sa méthode et en expose les avantages.

Étude sur les mortiers. — M. E. CAMERMAN, ingénieur chimiste des Chemins de fer de l'État belge, publie, dans les *Annales des Travaux publics de Belgique* (avril 1905), une étude sur les mortiers dont la mise en œuvre est encore souvent assujettie à la routine. Il passe tout d'abord en revue les éléments constitutifs des divers mortiers, ciments, chaux, trass, sable et en relate brièvement les propriétés principales.

Abordant ensuite la composition des mortiers, l'auteur en trace un rapide historique, puis examine successivement en détail, les mortiers de ciment, de chaux, de chaux et de trass et les mortiers destinés à être immergés en eau de mer.

MÉCANIQUE

Souffleries actionnées par moteurs à gaz. — La Société John Cockerill, de Seraing, fut une des premières à construire les grandes souffleries actionnées par des moteurs à gaz de hauts fourneaux. L'une de ces unités, de 800 chevaux, figurait à l'Exposition de 1900. Ce système s'est tellement développé depuis, que l'on compte actuellement environ 157 000 chevaux indiqués de ces sortes de machines qui sont en marche ou en construction ; presque toutes sont installées en Europe.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXV, n° 20, et t. XXXIX, n° 6.

M. T. WESTGARTH passe en revue les principales machines de ce genre, dans l'*Engineer*, du 5 mai. Machines Cockerill, machine Thwaite, machine Crossleys, machine Oechelhauser, machine Premier, machine Körting, machine construite pour la Summerlee and Mossend Iron and Steel Co.

Il étudie ensuite les soupapes à air de ces souffleries, soupape Cockerill, soupape Ehrhardt et Sehmmer, soupape de la Southwark Foundry and Machine Co, et termine en donnant quelques renseignements sur divers épurateurs de ces gaz : épurateur Theisen et épurateur de la Summerlee Co.

Il estime qu'une grande machine à gaz peut marcher avec 2^m 800 environ de gaz de hauts fourneaux par cheval-heure effectif, 2^m 100 environ de gaz de gazogène, 0^m 900 environ de gaz de fours à coke, et avec 54 à 63 litres d'eau de refroidissement.

La machine de la Summerlee use 22 litres et demi d'huile par vingt-quatre heures environ, dont une partie sert à nouveau après filtration, et un peu de graisse.

Il estime aussi que le coût d'installation d'une soufflerie à vapeur ou à gaz est le même mais que le moteur à gaz, consommant le quart seulement du gaz consommé par les chaudières à vapeur chauffées au gaz, il y a grand intérêt à l'employer quand on peut utiliser l'excédent à d'autres chauffages ou à la production de la force motrice.

Machine à vapeur compound. — Dans son numéro du 17 mai, la *Zeits. für Elektrotechnik und Maschinenbau* décrit un type de machine à vapeur compound tandem horizontale, construite par les ateliers Bollincks, de Bruxelles.

Les deux cylindres, à haute et basse pression, sont fondus d'une seule pièce, le cylindre à haute pression étant à l'avant de la machine. Ils sont séparés par un fond rapporté, ne comportant par suite qu'une seule garniture. La distribution se fait par soupapes Lentz.

L'introduction a lieu au bas du petit cylindre, l'échappement à la partie supérieure de celui-ci, où un canal de section rectangulaire, formant receiver, communique avec l'admission du grand cylindre, qui se fait à la partie supérieure.

Cette disposition réduit au minimum le trajet de la vapeur dans la machine, et par suite les pertes par refroidissement.

Ouvrages récemment parus.

Nouveau Dictionnaire historique de Paris, par Gustave PESSARD, membre de la Société des Amis des Monuments Parisiens; avec une préface de M. Ch. Normand. — Un volume in-8° de 1694 pages. — Eugène Rey, éditeur, Paris, 1904. — Prix : 30 francs.

C'est l'histoire de chaque rue de Paris, par ordre alphabétique, que nous donne M. Gustave Pessard dans cet important ouvrage. Pour chacune d'elles, après quelques indications relatives à sa situation, l'auteur indique la date de son ouverture, les noms qu'elle avait primitivement portés, les faits intéressants se rapportant à cette rue et au nom qu'elle porte.

Par exemple, pour la *rue Belgrand*, on lit que c'est en 1877 seulement qu'elle prit le nom de Belgrand, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Directeur du Service des eaux et égouts de la Ville de Paris, auteur des travaux de dérivation de la Vanne et de la Dhuis (1810-1878), et que ce nom lui fut donné à cause du voisinage des réservoirs des eaux de la Dhuis dont il avait été le créateur.

Et, à ce propos, le dictionnaire renvoie au mot : *Eaux*, où le lecteur trouve une notice historique sur l'organisation du service des eaux à Paris depuis les temps les plus reculés.

De même, pour la *rue de La Reynie*, nous voyons qu'elle ne prit ce nom qu'en 1822, alors qu'en 1248 elle portait déjà celui de Troussevache, nom d'une famille qui l'habitait à cette époque. De La Reynie, premier lieutenant-général de police, mort à Paris en 1709, fut un administrateur de premier ordre : c'est lui qui organisa le guet à Paris et fit installer les premières lanternes dans les rues. Et à ce propos, l'auteur renvoie au mot : *Eclairage*, où, de même que pour le service des eaux, sont donnés quelques renseignements historiques sur l'éclairage des rues de notre capitale.

Ces deux exemples suffiront à montrer l'utilité que peut avoir le dictionnaire de M. Pessard pour tous ceux qui s'intéressent à l'histoire des rues de Paris.

Manuel de la ventilation des mines, par Jaroslav JICINSKY, directeur des mines de Rossitz (Autriche); traduit sur la 4^e édition allemande et augmenté par le docteur L. GAUTIER. — Un volume in-8° de 355 pages, avec 254 figures et 2 planches en couleurs. — Béranger, éditeur, Paris, 1905. — Prix : relié, 15 francs.

Une bonne ventilation dans les mines est évidemment de première importance, tant au point de vue de l'hygiène des ouvriers que du rendement de leur travail. M. Jicinsky, en consacrant une étude d'ensemble à l'introduction et à la répartition de l'air frais dans les chantiers, puis à l'élimination de l'air contaminé, a examiné, dans son premier chapitre, l'atmosphère des mines et principalement des mines à grisou, en insistant sur les phénomènes qui manifestent la présence de ce gaz dangereux (recherche au moyen de lampes de sûreté usuelles ou d'appareils spéciaux) et sur les moyens propres à le combattre.

L'auteur traite ensuite de la production du courant d'aérage : théorie sommaire des phénomènes de ventilation naturelle et artificielle, étude des ventilateurs, répartition de l'air à travers l'ensemble de la mine, suivant la disposition et l'inclinaison des couches, les dimensions et l'usage des galeries, etc. Il étudie séparément la ventilation des puits en fonçage, des travers-bancs, des galeries de travaux préparatoires, des chantiers d'abatage, des vieux travaux et parties éboulées, etc.

La question de l'éclairage des mines, qui se rattache intimement à celle de la ventilation, fait l'objet d'un chapitre où sont passées en revue les principales lampes de sûreté, avec une étude d'ensemble sur leur degré de sécurité, leur pouvoir éclairant, leurs combinaisons de fermeture et d'allumage.

Enfin, M. Jicinsky décrit les principaux appareils respiratoires utilisés ou proposés jusqu'ici pour les sauvetages dans les mines (1), et signale en même temps les moyens utilisables pour vaincre les incendies miniers.

Des appendices, relatifs à la lampe grisométrique de Chesneau, à l'éprouvette Le Chatelier à limite d'inflammabilité, etc., terminent ce volume que le traducteur a eu soin de compléter de manière à répondre entièrement aux besoins des Ingénieurs français.

Précis d'Hydraulique. La Houille blanche, par R. BUSQUET, professeur à l'Ecole industrielle de Lyon. — Un volume in-18 de 376 pages, avec figures (*Encyclopédie industrielle*). — J.-B. Bailière et fils, éditeurs, Paris, 1905. — Prix : cartonné, 5 francs.

INFORMATIONS

Salon de la Société des Artistes français. Les récompenses.

Peinture. — Dans la section de peinture, la médaille d'honneur n'a pas été décernée. Les deux concurrents qui ont obtenu le plus grand nombre de voix sont : M. Toudouze, qui expose deux grands panneaux destinés à être reproduits par la Manufacture des Gobelins pour le Parlement de Rennes, et M. R. Collin, qui a peint une excellente étude de nu.

Il n'a pas été décerné non plus de médaille de 1^{re} classe par le jury.

Parmi les artistes qui ont obtenu une 2^e médaille, nous signalerons plus particulièrement MM. A. Decamps, Lartean, de Palézieux, V. Lecomte, Laisement, R. du Gardier et M^{me} Lucas Robiquet.

Parmi les 3^{es} médailles : MM. Nobillet, H. Marret, van der Waay et Maillaud.

Si les plus hautes récompenses n'ont pas été attribuées cette année dans la peinture, le Salon n'en contient pas moins toute une série d'œuvres remarquables, notamment : la superbe composition (*La Chevauchée de la Gloire*) commandée à M. Detaille pour la décoration de l'abside du Panthéon; le joli panneau décoratif peint par M. Marec pour une salle du palais du Sénat; l'intéressant triptyque (*La Vie maritime et fluviale*) commandé également par l'Etat à M. de Burggraff; l'excellent portrait du

peintre Hébert par M. A. Morot, et toute une série d'autres portraits par MM. Hébert, Bonnat, Humbert, Chartran, Chabas, Lauth et Orchardson; des paysages par MM. Harpignies, P. Vauthier, Petitjean, Gagliardini et Zuber; enfin divers envois de MM. J. Bail, Dupuy, Sorolla, A. Mercié, Spenlove, A. Maignan, Maxence et Gueldry.

Sculpture. — La médaille d'honneur de la sculpture a été décernée à M. Sicard pour sa belle statue de *George Sand*, et celle de la gravure en médailles à M. Roty, l'éminent membre de l'Institut.

Le jury a attribué des médailles de 1^{re} classe à MM. Marquet, Péter (monument à la mémoire du peintre E. Delaunay), Jacquot et Ségoffin.

Parmi les titulaires d'une 2^e médaille nous avons noté : MM. Vermare, Riché, Belloc, G. Colin, Decorchement, Blay y Fabrèga, et parmi les 3^{es} médailles : MM. Perrault, de Manneville, Gaumont, Alaphilippe, Camus, etc.

Nous signalerons également, dans la section de sculpture : le *Monument d'Armand Sylvestre*, par M. A. Mercié; la statue de *Richelieu* exécutée par M. Allouard pour le Petit Palais; celle de *Gramme*, par M. Mathurin Moreau; les groupes de M. Verlet, de M. Peynot, de M. Vital-Cornu et de M. Gardet, enfin les bustes modelés par MM. Puech, Marqueste et Palez.

Architecture. — C'est M. Chiffot qui s'est vu décerner la médaille d'honneur de l'architecture pour ses remarquables études sur l'habitation antique et sur la décoration (Renaissance italienne).

Une médaille de 1^{re} classe a été attribuée à M. Hurlot pour ses études d'antiques et sa Chapelle Palatine; des médailles de 2^e classe à MM. P. Coutan, Doillet, Petit, Prévost et Ollivier; de 3^e classe à MM. Brandon, Gaudibert, Formigé fils, R. Berger, Ad. Henry, Fournier de Saint-Maur et Lefèvre.

Gravure et lithographie. — Dans cette section, la médaille d'honneur a été décernée à M. Sulpis (burin) et des médailles de 1^{re} classe à MM. Crauk (burin) et Duplessis (bois).

Pont transbordeur sur la Mersey.

On vient de terminer sur la Mersey, entre Widnes et Runcorn, près de Liverpool, un pont transbordeur qui a été inauguré le 29 mai dernier.

Ce pont, comme ceux du type créé par M. Arnodin, et notamment comme le transbordeur de Rouen, comporte une sorte de tablier suspendu sous lequel se déplace le bac mobile attaché par des câbles à un trolley. Un autre pont analogue, dont les plans ont d'ailleurs été fournis entièrement par M. Arnodin, existe déjà en Angleterre : c'est celui de Newport, que le *Génie Civil* (1) a décrit en détail en donnant une étude d'ensemble sur ces ponts.

La portée du pont de Runcorn entre ses pylônes est de 304 mètres. Chacune des deux piles comprend deux tours, de 58 mètres de hauteur au-dessus des hautes eaux, reliées entre elles et fortement ancrées au roc. Les deux câbles qui supportent le tablier élevé passent sur des rouleaux situés au sommet des tours et viennent s'ancrer solidement au roc. Ces deux câbles, qui ont 0^m 30 environ de diamètre, sont distants l'un de l'autre de 21 mètres environ. Chacun d'eux comprend 19 câbles réunis comptant ensemble 2 413 fils d'acier de 4 millimètres de diamètre. Ils pèsent 243 tonnes.

Le tablier est séparé des hautes eaux par une hauteur de 25 mètres et comprend deux poutres hautes de 5^m 50, espacées de 10^m 50, suspendues aux câbles et fortement contreventées, l'effort dû au vent étant le plus fort qu'elles aient à supporter. Elles sont à rotules au centre; des dispositions spéciales tiennent compte de l'allongement.

Le bac mesure 16^m 75 sur 7^m 38, peut contenir à la fois quatre voitures de ferme à deux chevaux et 300 personnes à couvert. La traversée dure deux minutes un quart, ce qui correspond à 9-10 voyages à l'heure. La manœuvre du bac se fait au moyen de deux moteurs électriques de 35 chevaux chacun. L'électricité est produite par une petite station avec moteur à gaz située sur la rive.

Le coût du pont s'est élevé à 3 250 000 francs.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 3, p. 33, et n° 4, p. 49.

Le Gérant : H. AVOIRON.

(4) Voir les études de M. Schmerber sur ces appareils respiratoires, dans le *Génie Civil*, t. XXXIII, n° 22; t. XXXV, n° 25, et t. XLV, n° 22.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — Hygiène : Moyens de combattre la poussière sur les routes, p. 121; Docteur GUGLIELMINETTI. — Mécanique : Basculeur pour wagons à voie normale, système Pohlrig (*planche VIII*); p. 126. — Métallurgie : Les alliages de cuivre. État actuel de nos connaissances théoriques et pratiques, p. 126; Léon GUILLET. — Navigation : Appareil enregistreur des vibrations des navires à vapeur, p. 131. — Variétés : Destruction de la végéta-

tion sur les voies ferrées dans les pays tropicaux, p. 132; — Palplanches américaines en tôle, p. 132; — Les chemins de fer à Java, p. 133.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Académie des Sciences (13 juin 1905), p. 134.

BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 134; — Ouvrages récemment parus, p. 136.

Planche VIII : Basculeur mécanique pour wagons à voie normale.

HYGIÈNE

MOYENS DE COMBATTRE LA POUSSIÈRE SUR LES ROUTES

La question de la suppression ou de l'atténuation des poussières intéresse non seulement, par son côté technique, l'Ingénieur qui cons-

truit et entretient la route, mais aussi l'hygiéniste qui a souci de la santé publique. Exerçant notre profession de médecin dans une station du littoral méditerranéen où la poussière fait d'autant plus de ravages que le climat y est plus doux, les journées pluvieuses plus rares et l'empierrement des routes plus friable, nous avons pu nous convaincre, depuis les progrès de l'automobilisme, qu'il y avait urgence à combattre ce fléau.



FIG. 1. — ARROSEUSE ÉLECTRIQUE CIRCULANT SUR LA ROUTE DE NICE A MENTON : Vue prise vers Monaco.

truit et entretient la route, mais aussi l'hygiéniste qui a souci de la santé publique.

Exerçant notre profession de médecin dans une station du littoral méditerranéen où la poussière fait d'autant plus de ravages que le climat y est plus doux, les journées pluvieuses plus rares et l'empierrement des routes plus friable, nous avons pu nous convaincre, depuis les progrès de l'automobilisme, qu'il y avait urgence à combattre ce fléau.

La seule grande artère qui unit les villes du littoral entre Nice, Monte-Carlo et Menton, est la route nationale n° 7, sillonnée pendant

Les différents moyens de combattre la poussière sont :

- 1° L'arrosage à l'eau;
- 2° L'arrosage aux huiles bitumineuses rendues solubles dans l'eau;
- 3° Le goudronnage à chaud ou à froid.

1° ARROSAGE A L'EAU. — Dans un récent article paru ici même, M. Bret ⁽¹⁾, Ingénieur de la Ville de Paris, a décrit l'arrosage à l'eau de l'avenue du Bois-de-Boulogne, au moyen d'un tonneau automobile.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 49, p. 297.

Autrefois la circulation très intense sur cette avenue ne permettait que deux arrosages à la lance le matin et trois dans l'après-midi.

Pour obtenir des résultats durables, il fallait arroser abondamment, ce qui créait de la boue. Grâce à ce nouvel arrosoir, qui marche à 9 kilom. à l'heure, c'est-à-dire presque à l'allure des voitures, la circulation n'est plus gênée, et on peut, par des arrosages légers, renouvelés à peu près chaque heure, maintenir, malgré le vent et le soleil, la chaussée dans un parfait état d'humidité, entre la boue et la poussière, que les cantonniers, dans un langage imagé, appellent la *route verte*. Il est hors de doute que cette légère humidité permanente, loin de nuire à la route, consolide la gangue, qui par là conservera sa cohésion, de sorte que l'usure produite par le frottement des matériaux les uns contre les autres sera probablement beaucoup moins rapide.

La preuve est donc faite que l'arrosage à l'eau constitue un remède efficace contre la poussière, mais il faut qu'il soit léger et fréquemment renouvelé.

Autrefois, disent les Ingénieurs, avec de bons balayages faits en temps utile, et, pour les voies de luxe quelques arrosages, on pouvait arriver à maintenir, à peu de frais, un état de choses supportable. Mais l'automobilisme est venu et a complètement changé la situation. Ces procédés ne sont-ils pas devenus insuffisants, à moins de dépenses tout à fait excessives?

Nous savons, d'après l'étude précitée, que le prix de la journée d'arrosage par tonneau automobile, en y comprenant l'amortissement du prix d'achat du tonneau, revient à 30 francs par jour. Nous savons aussi que ce prix est légèrement inférieur à celui de l'arrosage à la lance ou par le tonneau à cheval; mais pour taxer à sa juste valeur le prix de revient de la suppression de la poussière par l'arrosage à l'eau simple, pendant une année et par mètre carré, il faudrait connaître exactement la quantité d'eau employée et le coût du mètre cube sur place.

Il serait intéressant de savoir si une pareille étude a déjà été faite quelque part. Car avant d'incriminer la cherté des nouveaux remèdes préconisés par nous, c'est-à-dire la lubrification des routes, il faudrait connaître exactement la dépense d'un arrosage à l'eau suffisant pour obtenir les mêmes résultats, comme durée et comme efficacité.

On a vu, dans le *Génie Civil* (1), que les tramways municipaux de Cologne ont mis en service une voiture électrique circulant sur les rails et destinée à l'arrosage des rues. Mais, bien auparavant, la Compagnie des Tramways Nice-Littoral arrosait, au moyen de tonneaux automoteurs, les entre-rails sur tout son réseau, et notre désir était de voir cet arrosage s'étendre sur toute la largeur de la route, car ses nombreuses déclivités, dépassant souvent 6 et 7 %, ne permettaient pas de songer au goudronnage, par crainte des glissades des chevaux.

Par suite d'une entente avec cette Compagnie et l'Administration des Ponts et Chaussées, la Ligue contre la poussière sur les routes du Littoral a obtenu, grâce au précieux concours de la Société des Bains de mer de Monaco et de plusieurs riverains, hôteliers et sportsmen, l'arrosage quotidien de toute la route nationale, entre Nice et Monaco, pendant tout le mois d'avril dernier, arrosage à l'eau seulement, pour commencer, quitte à l'additionner de différentes huiles solubles dans l'eau, si c'est reconnu nécessaire.

Les tonneaux automoteurs de la Compagnie des Tramways (fig. 4, 4 et 5), d'une contenance de 8 mètres cubes, étaient munis de quatre papillons distributeurs, deux à l'avant et deux à l'arrière, qui ne permettaient pas la projection de l'eau à grande distance.

A cet effet, MM. Lemonnier, Directeur de la Compagnie des Tramways Nice-Littoral, et Baudon, Ingénieur, ont fait construire par MM. Giordan frères, à Nice, un dispositif spécial pour les quatre distributeurs permettant d'envoyer l'eau à plus grande distance, en réglant à la fois le débit de l'eau et l'angle sous lequel se fait la distribution. C'est un long cylindre (fig. 2 et 3) dans lequel on peut régler, soit le débit de l'eau au moyen d'un piston se déplaçant parallèlement à l'axe du cylindre, soit l'angle du secteur de distribution au moyen de deux tiroirs extérieurs au cylindre, qui viennent couvrir un nombre de trous plus ou moins grand. On peut ainsi arroser, soit la voie seule, soit en dehors de la voie, jusqu'à environ 3 mètres, soit les deux zones à la fois, de façon à couvrir une largeur totale de 7 mètres (fig. 4). L'approvisionnement en eau est réalisé au moyen de sept grands réservoirs de 20 mètres cubes chacun distribués le long de la route à des intervalles de

2 kilom. Ces réservoirs (fig. 4 et 5) permettent de remplir un tonneau en moins de huit minutes, sans troubler les services des voitures à voyageurs. Ils sont généralement placés du côté de la voie (fig. 5), mais dans certains cas ils peuvent être installés du côté opposé et alors le remplissage des tonneaux se fait par une conduite passant sous la chaussée (fig. 4).

Au point de vue des résultats, un seul arrosage par jour, lorsque le temps est très doux, ou couvert et sans vent, représentait déjà une grande amélioration sur l'ancien état de choses; on peut estimer que la route a été poussiéreuse pendant un temps moitié moindre, toutes choses égales d'ailleurs, que si l'arrosage n'avait pas été exécuté. Dans les parties de routes où le soleil ne donne que deux ou trois heures par jour, un seul arrosage suffisait, mais là où il y avait un soleil un peu ardent ou du vent, il fallait arroser plus souvent.

Sans compter l'entretien et l'amortissement du tonneau automoteur (30 000 francs), ni le prix de l'abonnement de l'eau (environ 6 000 à 8 000 francs par an), ni la construction des réservoirs (5 000 francs chacun, y compris l'établissement d'une brette de manœuvre), la redevance à payer à la Compagnie pour l'électricité et le personnel était de 35 francs par arrosage des 48 kilom. soit environ

2 francs par kilomètre pour une route de 7 à 8 mètres de largeur.

Il faudrait, de plus, faire entrer dans ce budget les frais d'un balayage mécanique par semaine, à 1 franc environ par kilomètre, car arroser une route chargée de poussière serait faire œuvre inutile. La poussière empêche la pénétration de l'eau dans la chaussée, à moins que l'on arrose assez abondamment pour transformer la poussière en boue et alors on a tous les inconvénients de celle-ci (éclaboussages, dérapages). En arrosant légèrement (c'est-à-dire avec moins d'un demi-litre d'eau par mètre carré), l'effet ne serait guère durable et, de plus, la poussière formerait entre la partie humectée et le corps même de la route une couche mobile très propice aussi aux dérapages.

2° ARROSAGE AUX HUILES BITUMINEUSES. — Les nouveaux procédés d'imprégnation des chaussées à l'aide d'huiles bitumineuses employées

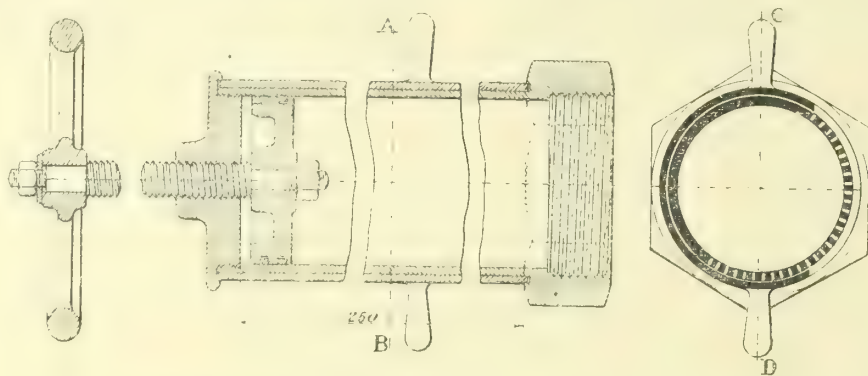


FIG. 2 et 3. — Appareil d'arrosage des tramways Nice-Littoral.



FIG. 4. — Remplissage d'un tonneau d'arrosage, au cap d'Ail.

en solution ou émulsion dans les eaux d'arrosage ont l'inconvénient d'exiger la répétition fréquente des opérations d'épandage, mais sont plus indépendants des circonstances atmosphériques que le goudronnage, et ont l'avantage de ne pas modifier sensiblement l'aspect et la nature du sol.

Après la *Westrunite*, goudron d'huiles minérale et végétale rendu soluble dans l'eau par saponification ammoniacale, employé avec succès l'année dernière sur le circuit des Ardennes (1) et sur celui du Taunus (Allemagne) pour les épreuves de la Coupe Gordon-Bennett, en 1904, sont venus :

L'*Odocréol*, huile de goudron rendue soluble dans l'eau et s'em-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 40, p. 145.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 6, p. 98.

ployant à froid; il a si bien réussi au bois de Boulogne, qu'on vient de décider la continuation de son application;

La *Rapidite*, huile rendue soluble par la caséine, qui sert aussi à imperméabiliser les matériaux, ou comme enduit hydrofuge sur les murs. Facilement miscible à l'eau, ce produit, en séchant, devient solide et imperméable;

Le *Pulveranto*, mélange d'eau, de goudron de houille et d'huile minérale rendu miscible avec l'eau par de l'ammoniaque combinée au phénol. Adopté pour l'arrosage du circuit de l'Auvergne sur lequel viennent d'avoir lieu les épreuves éliminatoires de la Coupe Gordon-Bennett, il a occasionné une dépense de 82 000 francs, et, d'après les comptes rendus de cette course, il ne semble pas avoir donné toute satisfaction; la poussière n'avait pas partout suffisamment disparu, et elle était particulièrement désagréable par suite de la nature du produit qui l'imprégnait;

sant aux chevaux, on aura recours à ces procédés lorsque l'arrosage à l'eau ne suffit plus. Quant au côté pratique, c'est-à-dire la durée de l'amélioration obtenue, en regard de la dépense que nécessite l'arrosage fréquent avec ces produits, c'est une question tout à fait spéciale pour chaque cas particulier et qu'on ne peut apprécier qu'en envisageant la valeur du résultat obtenu et la continuation de ces arrosages pendant plusieurs mois.

Pour le littoral méditerranéen, la question a une importance telle, que tous les maires de la Riviera, ainsi que de nombreux Ingénieurs et les Présidents de différentes Sociétés médicales, ont tenu à assister au Congrès contre la poussière, réuni ce printemps à Monaco. Sur le conseil de S. A. S. le Prince de Monaco, il a été décidé d'ouvrir pour la saison 1905-1906 un concours de tous ces différents remèdes sur la route, entre Nice et Menton; chaque inventeur aura à mettre à l'abri de la poussière, pendant toute la saison, quelques kilomètres de

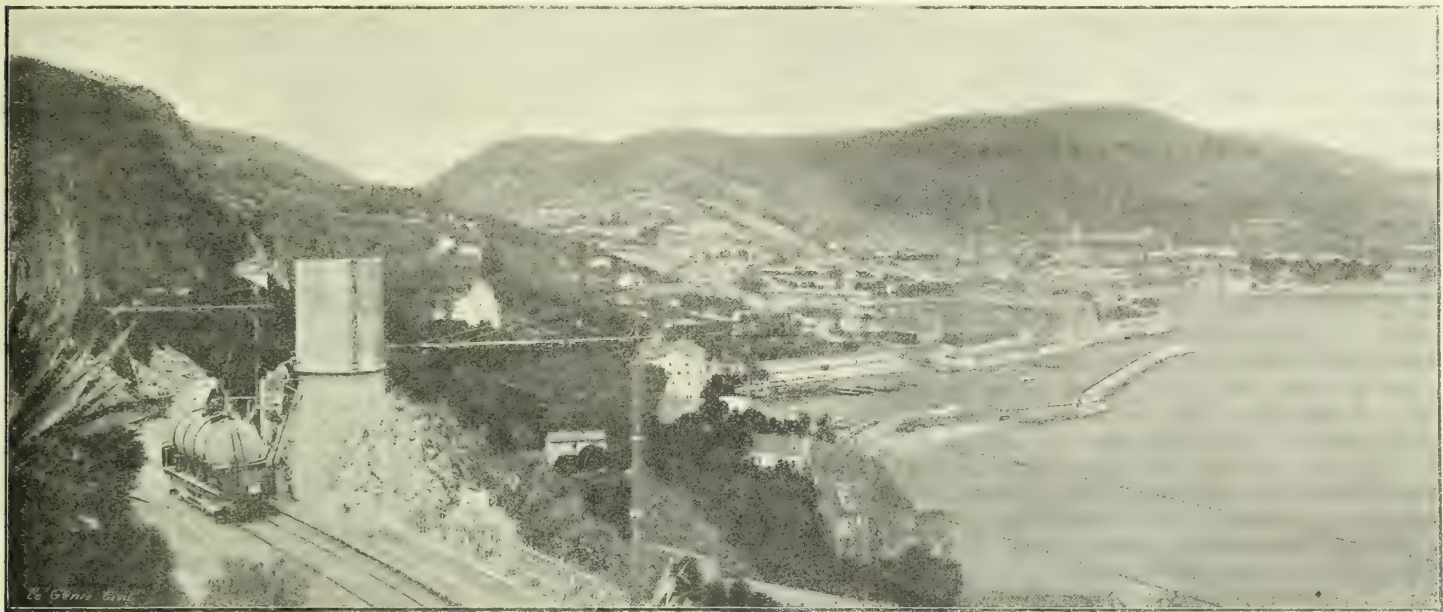


FIG. 5. — ARROSEUSE ÉLECTRIQUE CIRCULANT SUR LA ROUTE DE NICE À MENTON : Vue prise près de Villefranche.

L'*Apulvite*, qui s'emploie comme le *Pulveranto*, avec imprégnation préliminaire de la route, à forte dose, et arrosages subséquents à intervalles d'une semaine ou deux, à moindres doses;

Le *Pulvivate*, huile des schistes d'Autun, soluble dans l'eau;

L'*Injectoline*, composée d'hydrocarbures qui ne se congèlent pas et qu'on peut, ainsi, employer en toute saison;

La *Poussierite*, mélange d'hydrocarbures rendus miscibles à l'eau par un traitement approprié, etc.



FIG. 6. — Arrosage à la lance avec mélange d'huile bitumineuse.

L'efficacité de ces produits est indiscutable, mais d'une durée plus ou moins longue, qui peut varier de quatre à quinze jours selon l'intensité de la circulation, l'exposition de la route, le temps et surtout la concentration de ces produits dans l'eau d'arrosage. Si donc pour un concours, ou une course, une revue ou une exposition, on a besoin de se débarrasser momentanément de la poussière, ces produits peuvent donner satisfaction. Il va sans dire que sur des routes à trop forte pente où le goudron a l'inconvénient de rendre le sol trop glis-

sant, le premier prix non seulement aura une récompense, mais sera chargé de l'arrosage de la route pour l'année suivante.

Comme moyen de répandage on utilisera les tonneaux automoteurs dont nous avons parlé plus haut, et dans les traversées des villes où l'on voudrait employer ces produits au moyen de lances d'arrosage (fig. 6), on pourra munir celles-ci de l'appareil mélangeur imaginé par M. Forestier, conservateur du bois de Boulogne.

Cet appareil (fig. 7) se compose de deux cônes d'angles différents s'emboîtant et à écartement variable, réglable par un pas de vis et une

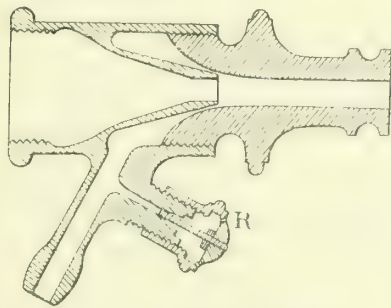


FIG. 7. — Appareil mélangeur d'huile bitumineuse et d'eau.

couronne molletée. Sur le côté, débouche entre les deux cônes une tubulure qui communique par un tuyau flexible au réservoir du liquide à mélanger avec l'eau. L'écartement variable des cônes est nécessaire pour permettre d'adapter cet appareil aux différentes pressions des canalisations et d'utiliser l'eau à son maximum de charge. Pour le réglage de l'aspiration, nous avons fait placer sur le tube d'a-

menée du liquide, une prise d'air à obturation variable R permettant de diminuer la force d'ascension du liquide aspiré.

3° **GOUDRONNAGE.** — Dans un article très documenté publié l'année dernière ici même par le lieutenant-colonel Espitalier, la question du goudronnage des routes a été clairement exposée et les divers essais faits jusqu'alors sommairement décrits⁽¹⁾. Nous nous bornerons donc, dans ce qui suit, à parler des nouveaux procédés tout nouvellement essayés ou proposés.

Nous citerons d'abord un procédé tout récent; le *goudronnage à froid* qui consiste à incorporer 10 % d'huile lourde à 90 % de goudron de houille, pour rendre celui-ci plus fluide. Les premiers essais ont été faits à Versailles en 1904 par M. Le Gavrian, Ingénieur des Ponts et

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XLV, n° 2, p. 22.

Chaussées, avec le concours du Syndicat de l'Industrie du Gaz. L'examen des parties goudronnées, une huitaine de jours plus tard, permit de constater que ce goudronnage à froid semblait avoir le même effet que le goudronnage à chaud ; toutefois sa durée est moins longue : aux premières pluies de l'automne il ne reste plus trace de l'enduit.

La durée n'est d'ailleurs pas le but des promoteurs du système, qui ne visent qu'à supprimer la poussière pendant la belle saison.

Quant au prix de revient, en tablant d'après les prix au kilogr., de 5 centimes pour le goudron, et 10 centimes pour l'huile lourde, le mètre carré de chaussée goudronnée à froid reviendrait à 7 centimes environ. Mais ce prix avait été calculé d'après les premiers essais faits sur un empièchement de porphyre où l'on avait obtenu un épandage suffisant avec 0^l 950 par mètre carré, tandis qu'une chaussée en silex, traitée il y a quelques jours par ce procédé, a absorbé 1^l 5 par mètre carré, de sorte que la nature de l'empierrement a une influence réelle sur le prix de revient.

Un mode de goudronnage que nous pourrions classer dans le goudronnage à froid, mais qui ne peut être utilement employé que sur des surfaces restreintes (terrasses, cours, squares, préaux d'écoles, de casernes ou d'hôpitaux etc.), est l'application du mortier de goudron préconisé par M. Audouin, chef des Travaux chimiques de la Compagnie Parisienne du Gaz.

Ce mortier consiste en un mélange de sable et de goudron dans la proportion de :

Sable ou cendres d'usines.	1 hectolitre
Goudron	0 ^l 14 ou 17 kilogr.

On verse un seau ou un seau et demi de goudron dans un tas de sable ou de cendres et l'on mélange de façon à obtenir une masse plastique bien homogène que l'on applique sur la place à recouvrir. Après égalisation de la couche, on donne un premier pilonnage, assez léger d'abord, puis un deuxième plus énergique. On a soin de sabler légèrement la surface qui durcit plus ou moins rapidement suivant la saison, de sorte qu'on peut y circuler après deux ou trois jours.

Quant au prix, on peut l'évaluer en comptant 300 litres de mortier pour une surface de 10 mètres carrés avec une épaisseur de 3 centimètres ; donc, selon la proportion indiquée plus haut, 51 kilogr. de goudron ou 5 kilogr. par mètre carré. On arrive ainsi en évaluant les 100 kilogr. de goudron à 5 francs, et le sable à 5 francs le mètre cube, à 40 centimes par mètre carré.

Le goudronnage à chaud est le procédé sur lequel on est actuellement le mieux renseigné. Les Ingénieurs des Ponts et Chaussées du département de la Seine et de la Ville de Paris viennent d'ailleurs de se prononcer sur sa valeur pratique et voici un extrait du rapport de M. Hétiér, Ingénieur en chef du département de la Seine :

S'appuyant sur quelques expériences isolées et restées peu connues, le docteur Guglielminetti entreprit, en 1901, en faveur du goudronnage et pétrolage des routes, une campagne très énergique.

Les premiers essais de goudronnage dans le département de la Seine furent faits en 1902 par M. l'Ingénieur Dreyfus avec le précieux concours de M. Audouin, Ingénieur, chef des Travaux chimiques de la Compagnie du Gaz. En 1903 les essais portèrent sur 3 658 mètres carrés et en 1904 sur 42 700 mètres carrés.

Ce sont : le boulevard de la Seine, le quai Michelet, à Levallois-Perret, le quai du Quatre-Septembre, à Boulogne, l'avenue Outrebon, à Villenoble, l'avenue de Neuilly — toutes à circulations très lourdes et parcourues par des autos en quantité — qui furent goudronnés. Les résultats ont été très satisfaisants : après l'opération on ne constatait plus au passage des autos qu'un léger nuage s'élevant à une très faible distance du sol, de sorte que l'arrosage quotidien a pu être suspendu sans inconvénient. Jusqu'à ce jour l'enduit s'est très bien comporté et atténué d'une manière très sensible la production des boues et des poussières.

L'avenue de la Tourelle, l'avenue des Minimes et l'avenue Carnot, à Vincennes, le boulevard Carnot, à Saint-Mandé, ont été goudronnés en 1904 pour la seconde fois. La couche de goudron est restée parfaitement unie, malgré une circulation très intense des automobiles et des cyclistes et ne présente à ce jour aucune trace de désagrégation (après un hiver assez rigoureux).

Le revêtement goudronné des chaussées empierrées paraît donc présenter de sérieux avantages :

1° Au point de vue hygiénique (suppression ou diminution de la poussière) ;

2° Au point de vue économique (car la disparition de la poussière permet de diminuer les arrosages pendant l'été et ralentit la formation de boue pendant les époques pluvieuses).

Comme conclusions : on peut arriver, moyennant 15 centimes par mètre carré (en partie compensés par les mains-d'œuvre rendues inutiles) à supprimer à peu près la poussière pendant une année, sur une chaussée empierrée même très fréquentée, tout en réduisant à très peu de choses les frais d'épandage, d'ébouage et d'arrosage. Aussi, allons-nous sans plus attendre développer autant que possible les applications d'un procédé dont le public semble apprécier grandement les bienfaits.

M. Baratte, Ingénieur de la Ville de Paris, a fait exécuter des goudronnages sur l'avenue de la Grande-Armée, le boulevard Pereire, la rue Brunel, la rue Demours, l'avenue Wagram, l'avenue de Villiers, etc., et voici de quelle manière il en commente les résultats :

Jusqu'à la fin de novembre, les chaussées goudronnées en juin et juillet 1904 ont conservé le même aspect qu'au début. Elles ne présentaient pas plus de poussières ni de boue que les chaussées asphaltées et l'usure du macadam semblait atténuée. Dès qu'arrivèrent les pluies et les gelées, les surfaces gou-

dronnées s'amollirent assez rapidement et une boue noirâtre se produisit, qu'il fut nécessaire d'enlever ; mais cette boue fut toujours sensiblement moins abondante que sur les chaussées ordinaires voisines.

On n'a pas remarqué que les chaussées goudronnées aient été glissantes et on n'a pas signalé que la boue chargée de goudron tachât les vêtements ou les tapis. En résumé, l'action du goudron paraît d'autant plus sensible que la chaussée est moins fréquentée ou supporte une circulation plus légère ; aussi a-t-on l'intention de continuer ces expériences l'été prochain en enduisant une seconde fois les chaussées déjà goudronnées en 1904 et en goudronnant un certain nombre de voies nouvelles d'une circulation moins intense du quartier des Ternes et de la Plaine-Monceau (1).

La Ville a l'intention d'étendre les essais du procédé Lassailly qui permet de couvrir de grandes surfaces en peu de temps pour 17 centimes au lieu de 25 centimes, prix de revient de la Ville.

Si les résultats obtenus par le goudronnage à chaud ont été accueillis avec un certain scepticisme, la faute en était plutôt à la façon d'opérer qu'au goudronnage lui-même. L'opération a toujours été faite par de simples cantonniers et cependant elle paraît bien plus délicate qu'on ne le croyait généralement. Il faut non seulement un outillage spécial, mais aussi de l'attention de la part des ouvriers, on peut même dire un certain tour de main.

Les systèmes tant soit peu primitifs employés jusqu'ici laissent beaucoup à désirer, à notre avis, surtout au point de vue de la rapidité de l'exécution du travail.

Des rapports des Ingénieurs, il résulte qu'une équipe de vingt hommes avec chaudières portatives, arrosoirs et étendage à la main, n'arrivait guère à couvrir qu'une surface de 700 mètres carrés par jour. Or si l'on considère que le goudronnage pour être efficace doit être exécuté par le beau temps et sur un sol très sec et qu'une simple averse peut nécessiter l'interruption du travail pendant plusieurs jours, on conviendra que cette manière de procéder pêche par le manque de rapidité. Si l'on a de grandes surfaces à goudronner, on n'y arrivera qu'à la fin de la saison poussiéreuse.

Les appareils imaginés par M. Lassailly, Ingénieur directeur de la Société Générale de Goudronnage, nous paraissent réaliser la double condition d'un étendage rapide et économique en réduisant au minimum la main-d'œuvre.

Ces appareils se composent essentiellement de deux voitures : l'une chauffe-goudron, destinée à porter le goudron à la température voulue (90 degrés environ) ; l'autre goudronneuse prenant le goudron ainsi chauffé dans la première et l'étalant automatiquement sur le sol (fig. 8). Pour les travaux qu'elle exécute dans Paris et la banlieue, la Société en question n'emploie que la seconde voiture, qui vient s'alimenter à l'usine de distillation à Issy.

A la suite des essais de goudronnage à froid, dont nous avons parlé plus haut, on peut se demander s'il est nécessaire de chauffer le goudron. Pour nous la question ne fait pas de doute. Il a été reconnu, en effet, que le goudron, tel qu'il est obtenu dans les usines à gaz, ou amené à une certaine consistance par redistillation et mélangé avec des corps huileux dérivés de lui-même, est le seul produit qui ait donné entière satisfaction, à savoir : suppression absolue de la poussière pendant l'été et diminution sensible de la boue en hiver. Il a été constaté, en outre, que l'action des huiles lourdes, soit de pétrole, soit de goudron, n'avait qu'une action passagère et que l'emploi devait en être renouvelé fréquemment. Il est donc évident que l'addition de ces huiles au goudron ne peut que diminuer l'efficacité de ce dernier.

D'un autre côté, l'épandage à froid du goudron, même ainsi liquéfié, est encore très difficile et, ne fût-ce que par cette considération, il serait nécessaire de chauffer quand même le goudron, ainsi que l'ont reconnu la très grande majorité des Ingénieurs et des praticiens.

Mais le chauffage du goudron à feu nu est très délicat et même dangereux à cause des incendies qu'il peut provoquer : en effet, lorsque la température arrive vers 80 degrés, les vapeurs ammoniacales contenues dans toute la masse du goudron se dégagent, le font passer par-dessus les bords du récipient, et le goudron vient s'enflammer infailliblement au contact du foyer.

La voiture chauffe-goudron obvie à ce grand inconvénient en employant la vapeur comme moyen de chauffage et comme moteur, ce qui permet de plus d'opérer avec une rapidité très grande, puisque, en moins d'une demi-heure, on peut charger, chauffer et refouler dans la voiture goudronneuse, 1 000 litres, soit 1 200 kilogr. de goudron. Pendant que la goudronneuse étale automatiquement ces 1 000 litres, une nouvelle charge est introduite et chauffée à la température voulue dans le chauffe-goudron, et l'opération se continue sans arrêt.

Cette goudronneuse (fig. 8) comporte un bac régulateur, placé au-dessous de la tonne, dans lequel le goudron est maintenu, suivant les indications d'un flotteur, à une hauteur constante, ce qui permet d'obtenir une vitesse de sortie uniforme et par suite un épandage régulier du goudron. Cet épandage se fait au moyen d'une rampe alimentée par ledit bac et percée de trous dont le nombre et le diamètre sont fonction de la vitesse moyenne d'un cheval et de la quantité de goudron à répandre par mètre carré.

Un système de balais lisseurs prend le goudron chaud au sortir de

(1) Le crédit de 3.000 francs voté en 1904 par la Ville a été porté à 40.000 pour 1905.

la tonne et l'épale en une couche mince parfaitement régulière. Ces balais, très mobiles, sont attelés par des chaînes à la voiture et suppriment l'équipe de balayeurs qui représente le facteur le plus élevé dans l'application du goudronnage.

Les appareils Lassailly vont d'ailleurs être appliqués sur une assez grande échelle (principalement dans le quartier des Ternes) car la Société Générale de Goudronnage des routes vient d'être déclarée adjudicataire, pour cette année, du goudronnage d'un certain nombre de voies de la ville de Paris.

D'autres appareils ont été construits dans le but de remplacer, au moyen d'un agencement mécanique rationnel, les multiples opérations que nécessite l'emploi du goudron brut de houille pour le goudronnage des routes :

L'appareil roulant de la Société Chappée et fils, construit sur les indications de M. Girardeau, agent voyer à Fontenay-le-Comte, comporte la combinaison de divers organes ayant pour but de produire sans danger l'ébullition d'une grande masse de goudron et d'en effectuer l'épandage.

Le tonneau pour le goudronnage de MM. Vinsonneau et Hedeline, construit par la maison Taute et C^{ie}, à Villenoy (Seine-et-Marne), chauffe le goudron par un thermo-siphon et le répand au moyen de l'air comprimé.

Ces différents appareils contribueront sans aucun doute au succès du goudronnage par leurs bons résultats.

Toutefois, il reste encore à étudier bien des questions, par exemple :

1^o Quelle est l'influence de la nature du sol sur les résultats du goudronnage ?

Pour que le résultat du goudronnage soit durable, il faut que le goudron puisse pénétrer dans le corps même de la chaussée à une certaine profondeur, de 2 à 3 et même 5 centimètres si possible, de sorte que, même lorsque le goudron est presque totalement usé à la surface, il en reste une assez grande quantité dans les joints pour produire encore un bon effet.

Une matière d'agrégation un peu argileuse, et par suite imperméable, peut empêcher cette pénétration ; M. Heude, Ingénieur en chef du département de Seine-et-Marne, l'a constaté à Fontainebleau sur l'avenue de la Gare. Si l'on goudronne une chaussée humide jusqu'à une assez grande profondeur, les résultats semblent assez satisfaisants au début, mais, dès que la saison des pluies arrive, le goudron se décolle et forme avec l'eau et les poussières de toute espèce, une boue noire et grasse très désagréable.

La qualité de la matière d'agrégation joue donc un rôle prépondérant sur les résultats du goudronnage.

Cela est si vrai qu'à Fontainebleau le public ne veut plus entendre parler du goudronnage, à cause de la boue formée sur l'avenue de la Gare pendant l'hiver, avenue à matière d'agrégation argileuse, tandis qu'à Melun les habitants réclament à grands cris le goudronnage, fait par les mêmes ouvriers, mais sur un sol d'une nature différente. Le goudronnage est du reste officiellement adopté dans le département de Seine-et-Marne : toutes les traverses des villes sont goudronnées après chaque nouveau rechargement.

M. l'Inspecteur général des Ponts et Chaussées Forestier, le si regretté secrétaire général de la Ligue contre la poussière sur les routes, était d'avis que, sur les matériaux calcaires et poreux, le goudron pénétrait dans leur intérieur et jouait un rôle important, à la fois en assurant la continuité de la couche imperméable, et aussi en protégeant quelque peu les cailloux tendres. D'après lui, quand les matériaux sont friables, comme la pierre meulière, l'excès de goudron reste, si épais qu'il soit, tout entier à leur surface et ne s'oppose nullement à leur écrasement par les roues un peu chargées ; les débris qui en proviennent se mélangent au goudron et il se forme un magma sans adhérence qui, au moment des pluies, se transforme en boue noire.

Avec les matériaux résistants comme le porphyre, cet inconvénient ne se présente pas.

2^o Quel est l'effet du goudronnage sur l'usure de l'empierrement ?

Tous les Ingénieurs sont d'accord pour reconnaître que l'usure de la route est considérablement diminuée par l'effet du goudronnage, mais les observations déjà faites depuis deux ou trois ans sont insuffisantes pour permettre de se prononcer sur le chiffre de l'économie pouvant en résulter. M. Heude qui, au moment du goudronnage de l'avenue Thiers, faite à Melun en 1902, réservait très prudemment son opinion à ce sujet, est devenu, à l'heure actuelle, très affirmatif :

J'affirme, dit-il, que l'économie d'usure des routes compense, et au delà, les frais du goudronnage.

Tout en cherchant, disait M. Forestier, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, dans sa conférence à la Société des Ingénieurs civils (1), à ne pas dépasser la mesure qui convient en pareille matière, on peut dire que la durée du rechargement dans une rue très fréquentée, est augmentée d'environ un tiers. S'il faut d'ordinaire trois ans entre deux rechargements comme à Paris, on pourra les espacer de quatre ans, grâce au goudronnage. Or, un rechargement coûte environ 3 francs le mètre carré : si au lieu de trois ans il peut durer quatre ans, l'économie correspondante est de 1 franc pour quatre ans, ou 25 centimes par an, prix de revient du mètre carré du goudronnage la première fois.

Mais un second goudronnage ne coûte pas aussi cher. M. Dreyfus, Ingénieur des Ponts et Chaussées, l'a reconnu dans les expériences

faites en 1904, sur l'avenue de la Tourrelle, à Saint-Mandé. M. Girardeau a constaté que s'il fallait pour un premier goudronnage d'un mètre carré 1200 grammes de goudron, il n'en fallait que 700 grammes la deuxième fois, et seulement 400 grammes la troisième fois. Peu à peu la chaussée devient plus unie et on arrive, en accumulant des couches successives de goudron, à une solution presque aussi satisfaisante qu'un véritable asphaltage. L'asphalte comprimé n'est, du reste, que du calcaire avec 10 % de goudron naturel.

3^o Comment peut se réparer une chaussée goudronnée ?

Il semble que l'entretien des routes goudronnées ne pourra guère se faire que par rechargements complets. En tout cas, les emplois partiels deviendront probablement plus difficiles.

Mais on se heurte dans la lutte contre la poussière à des difficultés financières. Le budget de la voirie nationale (682 francs par kilomètre et par an), celui des routes départementales (260 francs), ont permis à la France d'avoir les plus belles routes du monde, mais depuis l'apparition des automobiles ces budgets sont devenus insuffisants pour combattre la poussière. Il faudrait pouvoir dépenser le double sur certaines parties de routes. Les municipalités elles aussi ont été surprises par le brusque développement de la locomotion nouvelle et ne disposent pas des sommes nécessaires pour enrayer le fléau dans les agglomérations mêmes.

Les administrations ne peuvent, à elles seules, engager efficacement la lutte contre la poussière, mais elles pourraient sans doute y parvenir avec le concours de l'initiative privée. Pour atteindre le but désiré, il faudrait grouper toutes les bonnes volontés en des ligues locales, semblables à notre Ligue contre la poussière, qui feraient appel aux propriétaires, aux industriels, aux automobilistes, en un mot à quiconque souffre de la poussière. Dans les stations thermales, notamment, les Sociétés médicales et les hôteliers surtout devraient prendre l'initiative du mouvement et nous savons que l'Administration ne demande pas mieux que d'encourager, par des subsides, les groupements de ces efforts individuels.

Docteur GUGLIELMINETTI,

Secrétaire général
de la Ligue contre la poussière sur les routes.



FIG. 8. — Voiture goudronneuse, système Lassailly.

MÉCANIQUE

BASCULEUR POUR WAGONS A VOIE NORMALE
système Pohlig.

(Planche VIII.)

Un exemple assez original de basculeur pour wagons à voie normale est celui qui vient d'être installé, par les ateliers Pohlig, de Cologne, dans une sucrerie située près de Breslau, et qui sert au déchargement des wagons de betteraves.

Dans ce système, représenté schématiquement sur la figure 1, d'après la *Zeits. des Ver. deutsch. Ing.*, du 18 mars, tous les organes de commande sont disposés au-dessous de la plate-forme mobile, et les wagons sont basculés en bout; il faut donc que leurs extrémités soient munies de portes (en pratique, des portes à charnières supérieures, tournant autour d'un axe horizontal).

L'amarrage des wagons est particulièrement robuste, en raison de la forte inclinaison de la plate-forme nécessaire pour provoquer le glissement des betteraves engluées de terre. Il est constitué par un heurtoir monté sur la plate-forme et mobile avec elle. On évite ainsi les déformations qui peuvent se produire sur les plaques de garde quand l'amarrage des wagons est pris sur les roues ou les essieux.

Le heurtoir, représenté avec plus de détails sur la figure 4 (pl. VIII), se compose de deux caissons en tôle C montés sur les extrémités des poutres P de la plate-forme; ils sont supportés par les tourillons A autour desquels oscille tout l'appareil. Ces caissons portent également à leur partie supérieure les heurtoirs proprement dits h, montés sur des pivots p, et munis de sabots s en forme de coin, qui permettent aux tampons du wagon, et par suite au châssis tout entier, de se relever librement après le déchargement du contenu. Le tracé pointillé de la figure 4 (pl. VIII) montre le wagon, ainsi que le sabot s, dans cette position.

Ce heurtoir est amovible, et les wagons peuvent circuler dans les deux sens le long de la voie.

La plate-forme est soutenue : à une extrémité par deux tourillons fixes; à l'autre par quatre bielles articulées, dont les extrémités inférieures reçoivent l'effort des organes de commande.

Ce sont, pour S_1 et S_2 (fig. 1), des poulies c_1 et c_2 , montées sur deux

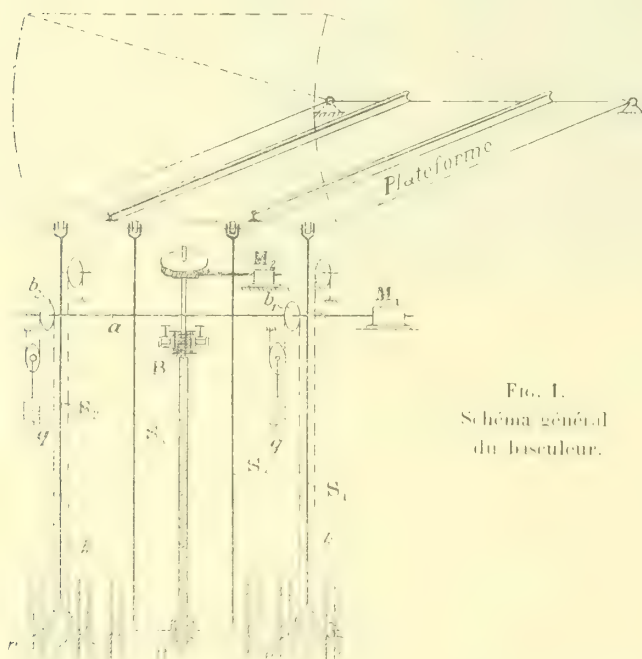


FIG. 1.
Schéma général
du basculeur.

axes horizontaux dont les galets r sont guidés dans des glissières fixes, et sur lesquelles passent des chaînes k qui transmettent le mouvement de rotation donné aux poulies fixes b_1 et b_2 par l'arbre commun a et le moteur M_1 . Des contre-poids q assurent le rappel de ces chaînes.

D'autre part, pour S_3 et S_4 , l'organe moteur est une longue vis verticale T, actionnée par le moteur M_2 , et dont l'écrou mobile R est également solidaire d'un axe horizontal guidé par deux galets. Un palier de butée à rainures B supporte l'effort exercé sur la vis par le poids qui lui correspond. De cette façon, même en cas de rupture d'une chaîne, la plate-forme n'est pas exposée à retomber.

Les figures 1 à 3 (pl. VIII) montrent la réalisation mécanique de ce dispositif : le moteur M_1 , de 38 chevaux, attaque, par l'intermédiaire d'un embrayage à griffes g , et d'une série d'engrenages z , l'arbre a moteur des chaînes, tandis que le moteur M_2 , de 8 chevaux seulement, com-

mande la vis T par l'intermédiaire d'une vis sans fin et d'un encliquetage e , et n'agit, par conséquent, que pendant la descente de la plate-forme, pour produire la rotation de la vis dans le sens correspondant.

En outre, un frein est disposé sur la commande du moteur M_1 , de façon à pouvoir, dans tous les cas, modérer la descente.

Des interrupteurs automatiques coupent le circuit de chacun des moteurs au moment où la plate-forme arrive à bout de course, dans l'un ou l'autre sens.

La figure 1 (pl. VIII) montre nettement la disposition générale de l'installation, avec l'axe A de la plate-forme, les heurtoirs h et la trémie à betteraves qui sert à charger les trains de wagonnets w par deux trappes, que des tiges u , commandées par des engrenages m , permettent d'ouvrir et de fermer.

Cette installation, où l'élévation de la plate-forme (à l'inclinaison de 45 degrés) se fait en une minute, ne nécessite qu'un mécanicien et deux ou trois hommes pour la manœuvre des wagons. On peut opérer douze déchargements par heure.

MÉTALLURGIE

LES ALLIAGES DE CUIVRE

État actuel de nos connaissances théoriques
et pratiques.

Nous avons publié, ces dernières années, dans le *Génie Civil*, un résumé de l'état de nos connaissances sur les aciers, alliages de fer et de carbone. Il nous semble intéressant de présenter, aujourd'hui, un travail analogue sur les alliages de cuivre. Ceux-ci : bronzes, laitons, etc., sont, en effet, des produits d'un intérêt considérable pour l'industrie. Aussi, avons-nous jugé nécessaire, non seulement de préciser la constitution de ces alliages, mais de résumer leurs fabrications, leurs propriétés et leurs emplois, en nous bornant toutefois aux alliages qui intéressent le constructeur. C'est ainsi que nous ne parlerons pas des bronzes pour statues, pour cloches, etc.

Cette étude sera divisée en six parties distinctes :

- 1° Les alliages de cuivre et d'étain, ou bronzes ordinaires;
- 2° Les bronzes spéciaux (alliages Cu-Sn-Zn, Cu-Sn-Pb, Cu-Sn-Ph, Cu-Sn-Mn, etc.);
- 3° Les alliages de cuivre et de zinc, ou laitons ordinaires;
- 4° Les laitons spéciaux, si employés actuellement dans les constructions navales;
- 5° Les bronzes d'aluminium, ou alliages de cuivre et d'aluminium;
- 6° Les autres alliages de cuivre, notamment : cuivre-phosphore, cuivre-silicium, cuivre-manganèse, etc.

I. ALLIAGES CUIVRE-ÉTAİN. BRONZES ORDINAIRES. — Étude théorique (1). — COURBES DE FUSIBILITÉ ET COURBES DE REFROIDISSEMENT. — La courbe de fusibilité des alliages étain-cuivre a été déterminée par M. H. Le Chatelier. On y note trois branches, se raccordant en deux points anguleux correspondant aux alliages à 3 % et à 72 % de cuivre. La branche intermédiaire, bien que ne présentant pas de maximum bien net, semble cependant indiquer le composé SnCu^3 .

D'autre part, Sir W. Roberts-Austen et le docteur Stansfield, étudiant le refroidissement d'alliages cuivre-étain, démontrèrent, en 1895, qu'il se produit des dégagements importants de chaleur bien au-dessous du point de solidification totale. Dans les alliages contenant plus de 75 % de cuivre, ces savants ont trouvé, en dehors du point de solidification commençante, un dégagement de chaleur à 775 degrés, et parfois un autre entre 500 et 600 degrés. Les alliages riches en étain donnent un dégagement de chaleur aux environs de 227 degrés.

Enfin, MM. Heycock et Neville, qui ont travaillé tout spécialement cette importante question des alliages cuivre-étain, ont publié un remarquable mémoire qui semble la mettre au point. En étudiant les courbes de refroidissement des différents alliages, ils ont reconnu qu'elles offraient toutes un palier extrêmement net indiquant le commencement de la solidification, et enfin, au-dessus du point de solidification totale, des dégagements de chaleur, qui sont parfois extrêmement nets. Reunissant tous les résultats obtenus sur un seul diagramme, MM. Heycock et Neville sont arrivés à la figure 1, que l'on doit interpréter comme suit :

La courbe AB...IK représente les points de solidification commençante. Elle est formée de six branches, partant des points A, C, D, G, H. L'existence de ces six branches démontre, d'ores et déjà, l'existence de six constituants. Il est bien évident qu'au-dessus de cette courbe on est en présence d'un liquide homogène; au-dessous, d'un liquide

1. Un certain nombre des micrographies que nous donnons sur les bronzes sont tirées de l'important travail de MM. Heycock et Neville. *Phil. Trans. of the Royal Society of London*, Vol. 202, Série A, p. 1. Ce nous ont été remises par les auteurs.

BASCULEUR MÉCANIQUE POUR WAGONS AVOIE NORMALE

Fig 1 à 3. Ensemble du basculeur

Fig 1. Elevation

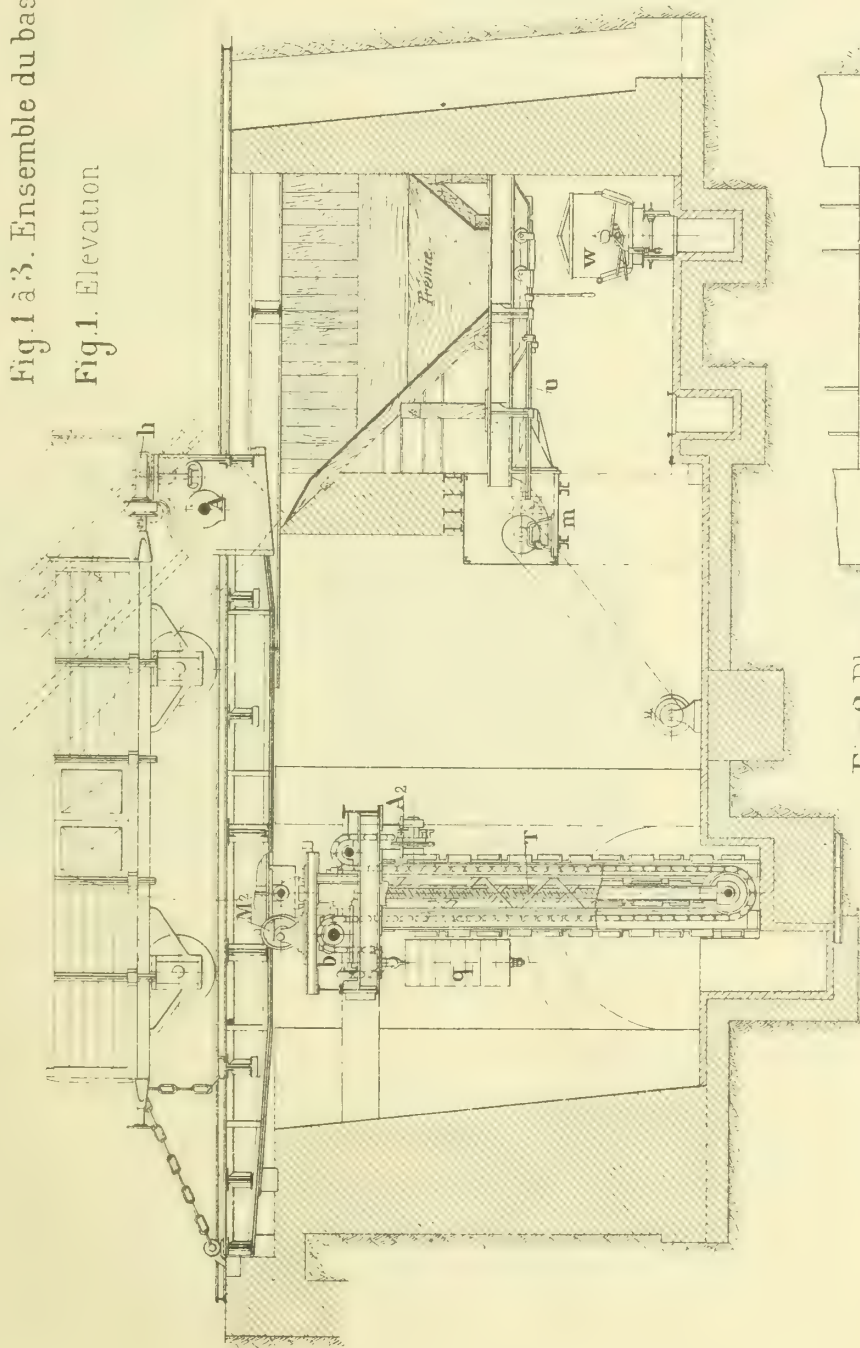


Fig 2. Plan

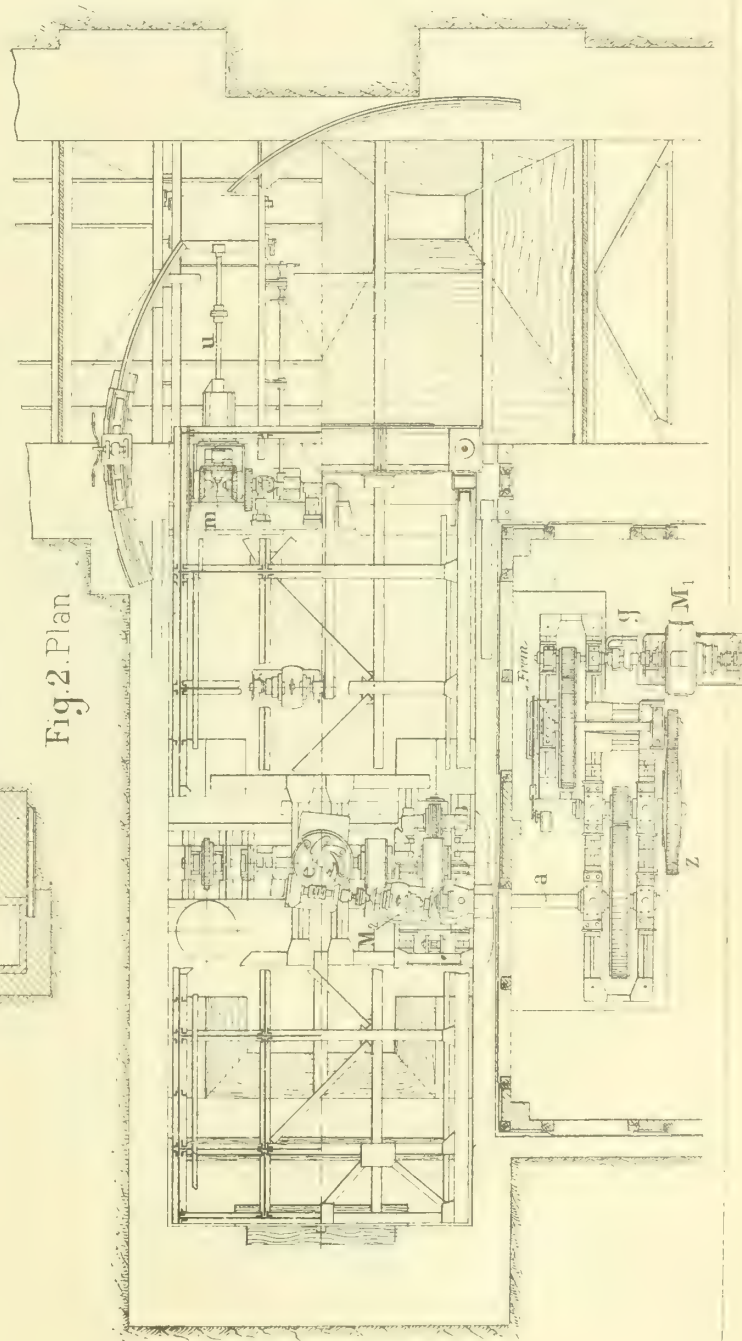


Fig 3.
Coupe transversale

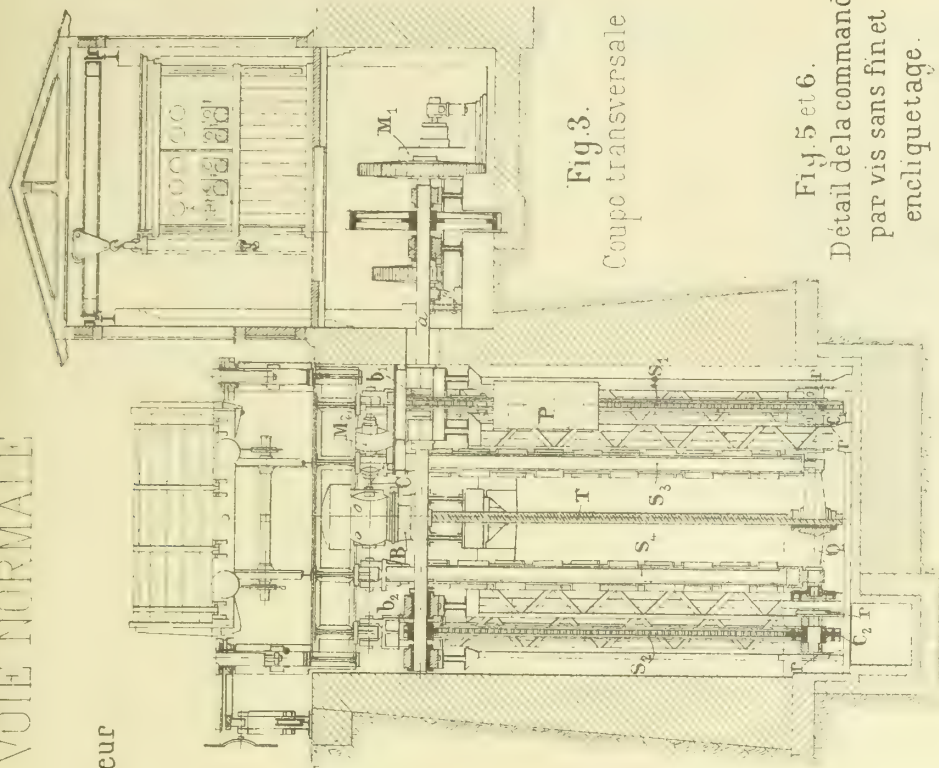


Fig 5 et 6.
Détail de la commande
par vis sans fin et
encliquetage.

Fig 5. Coupe verticale

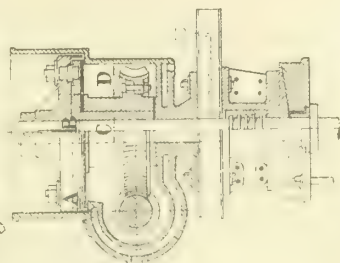


Fig 6. Coupe horizontale
par ABCD

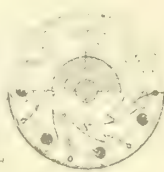
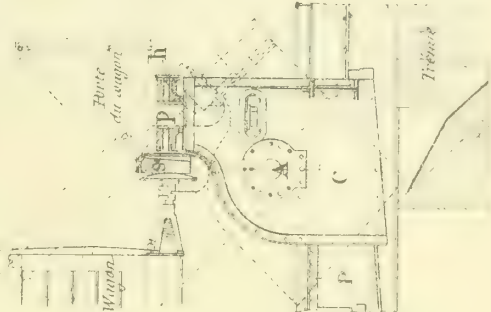


Fig 4. Détail du heurtoir



mélangé de solide. Pour déterminer la courbe de fin de solidification, on a utilisé la métallographie microscopique, dans les conditions que nous étudierons ultérieurement; on a obtenu ainsi la ligne brisée $AblemdefK_2E_2H''K'$.

Les courbes de refroidissement et l'étude micrographique ont permis de diviser le plan en différentes régions, indiquées sur le dia-

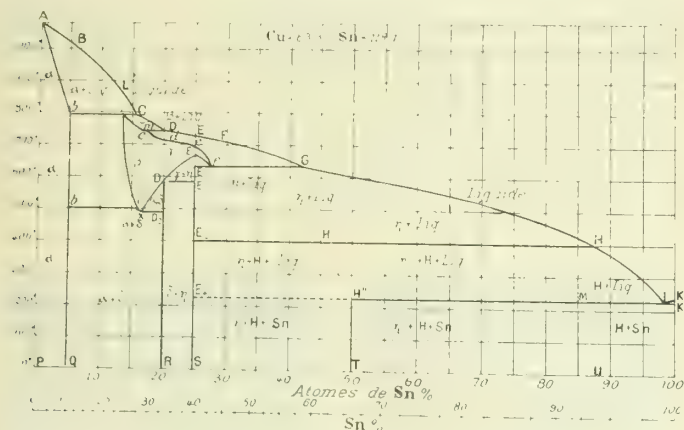


FIG. 1. — Diagramme des alliages cuivre-étain.

gramme. Les phases qui en constituent les différentes portions sont au nombre de sept :

- 1° La phase liquide, qu'on trouve toujours entre la courbe de première solidification, et la courbe de seconde solidification;
- 2° Les cristaux α , formés par des solutions solides isomorphes avec le cuivre pur, et renfermant de 0 à 9 % d'étain;
- 3° Les cristaux β , constitués par des solutions solides renfermant de 22,5 à 27 % d'étain. MM. Heycock et Neville semblent avoir bien établi qu'il n'existe aucune solution homogène qui renferme des proportions d'étain intermédiaires entre 9 et 22,5 %;
- 4° Les cristaux γ , qui paraissent présenter une forme cristalline différente des solutions précédentes et dont la composition varie de 28 à 57 % d'étain;
- 5° Un corps δ , qui possède une structure cristallisée très nette. Ce peut être une solution solide de composition variable; mais on est plutôt porté à voir dans ces cristaux la combinaison Cu^3Sn ;
- 6° Le corps η , qu'on peut isoler aisément, est le composé Cu^3Sn ;
- 7° La solution H pourrait être regardée comme la combinaison $CuSn$, mais il est à noter que sa composition, qui est constante, annonce toujours un pourcentage de cuivre un peu plus élevé que celui correspondant à cette combinaison. Peut-être serait-ce le composé $CuSn$ renfermant en solution solide une très faible quantité de Cu^3Sn .

MICROGRAPHIE. — C'est la métallographie microscopique qui nous permet d'être fixés sur les différents constituants que nous venons d'énumérer. Nous ne nous arrêterons pas aux travaux de MM. Behrens, Charpy, Campbell, etc., mais nous résumerons l'importante étude de MM. Heycock et Neville :

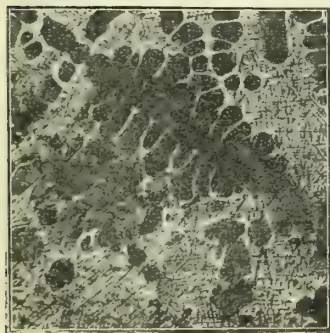


FIG. 2.
Bronze ordinaire à 3,7 % Sn;
trempé à 1025°
puis attaqué par HCl + FeCl₃.
Grossissement : 45 diamètres.

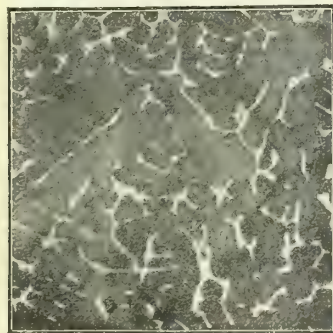


FIG. 3.
Bronze ordinaire à 3,7 % Sn;
trempé à 957°
puis attaqué par HCl + FeCl₃.
Grossissement : 40 diamètres.

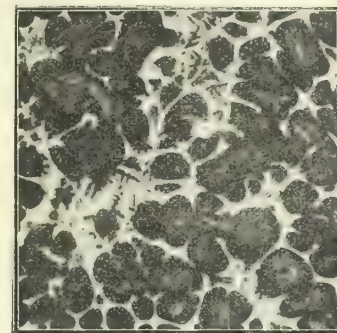


FIG. 4.
Bronze ordinaire à 25,5 % Sn;
trempé à 750°
puis attaqué par HCl + FeCl₃.
Grossissement : 45 diamètres.

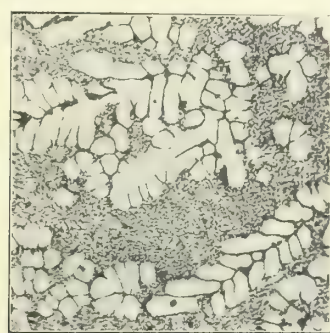


FIG. 5.
Bronze ordinaire à 47,9 % Sn;
trempé à 676°.
Grossissement : 50 diamètres.

Constituant β . — Ce constituant est toujours plus riche en étain que le précédent. Lorsque les deux constituants se trouvent en présence, on peut aisément les distinguer : α s'oxyde le premier; l'ammoniaque fort ternit d'abord α , tandis que β reste très blanc. L'attaque par le chlorure ferrique ou la solution chlorhydrique est très lente. L'apparence de ce constituant est la même que celle du corps α . La figure 4 montre le résultat obtenu en trempant l'alliage contenant 25,5 % d'étain à la température de 750 degrés. En trempant à une température inférieure au solidus, on obtient le corps β homogène. Ce résultat est obtenu avec tous les alliages renfermant de 26 à 32 % d'étain.

Toutefois, le chlorure ferrique permet, comme nous l'avons dit, de différencier α et β .

Constituant γ . — Ce constituant, formé comme les précédents par une solution cuivre-étain, s'attaque avec une très grande difficulté par le réactif ci-dessus indiqué.

Dans la micrographie qui représente le métal à 47,9 % d'étain, trempé à 676 degrés (fig. 5), on voit le constituant γ en cristaux blancs. La partie fine qui les environne est formée par le liquide rapidement solidifié.

L'oxydation à chaud n'agit pas sur ce constituant. Mais l'acide chlorhydrique assombrit le fond, tandis que γ reste intact.

Constituant δ . — Il semble correspondre au composé Cu^3Sn et peut être caractérisé au moyen de l'acide chlorhydrique, qui noircit α ,

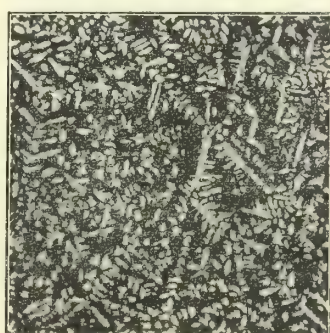


FIG. 6.
Bronze ordinaire à 27,65 % Sn;
trempé à 450°
puis attaqué par HCl + FeCl₃.
Grossissement : 250 diamètres.

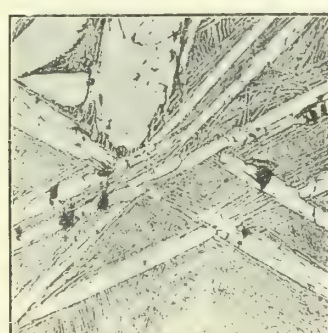


FIG. 7.
Bronze ordinaire à 57,5 % Sn;
trempé à 600°.
Grossissement : 20 diamètres.

Constituant α . — Le constituant α est toujours plus facilement oxydé que la matière environnante. L'ammoniaque ou l'acide chlorhydrique attaquent l' α en le noircissant, et laissent très blanche la partie riche en étain. La solution de chlorure ferrique dans l'acide chlorhydrique a sensiblement même effet. Mais, lorsqu'on est en présence d'un mélange $\alpha + \beta$, α apparaît en plus pâle que β , cette dernière substance restant le plus souvent très sombre. Le constituant α montre un noyau différenciant quelque peu de la partie extérieure. Ces noyaux s'oxydent plus facilement que la matière extérieure et ils sont plus rapidement attaqués et brunis par des réactifs tels que l'ammoniaque. Ils sont donc plus riches en cuivre que les parties extérieures des cristaux.

mais n'a pas d'action sur δ . On le distingue aisément du composé η , qui n'est autre chose que Cu^3Sn .

En effet, δ se colore en brun par oxydation, et η reste blanc; le chlorure ferrique en solution chlorhydrique laisse δ intact, tandis qu'il noircit η . La micrographie (fig. 6) représente l'alliage à 27,6 % d'étain, trempé à 450 degrés.

Constituant η . — L'ammoniaque est sans action sur ce constituant. C'est le composé Cu^3Sn ; nous venons d'en indiquer les caractéristiques. En le chauffant fort longtemps à une température convenable, on développe considérablement les cristaux. Les figures 7 et 8 donnent

les images d'un bronze à 57,5 % d'étain, trempé à 600 degrés, et du même alliage chauffé à 445 degrés pendant soixante-dix heures.

Constituant H. — Il diffère peu, nous l'avons dit, du composé SnCu; il se forme très difficilement, et seulement dans un refroidissement lent. Quand on refroidit un alliage qui, par sa composition, devrait donner le composé SnCu, c'est-à-dire le constituant H, on obtient le constituant η , c'est-à-dire le composé SnCu². Ce constituant résiste à l'action de l'acide chlorhydrique, même très concentré, et au mélange de cet acide avec le chlorure ferrique. Il résiste aussi à l'oxydation lente de l'air, beaucoup mieux que η . Nous en donnons une micrographie (fig. 9).

TRANSFORMATIONS DE CES DIFFÉRENTS CONSTITUANTS. — *Transformation du constituant α .* — Pour les alliages contenant moins de 7 % d'étain, le constituant ne subit pas de transformation. Il est stable à

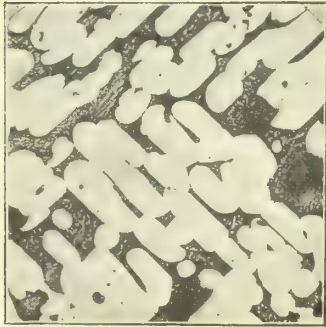


FIG. 8.
Bronze ordinaire à 57,5 % Sn;
trempé et chauffé pendant 70 heures
à 445°.
Grossissement : 50 diamètres.

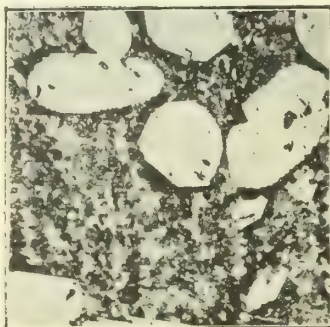


FIG. 9.
Bronze ordinaire à 91,3 % Sn;
chauffé pendant 21 jours à 350°
puis attaqué par HCl + FeCl³.
Grossissement : 45 diamètres.

la température ordinaire. Toutefois, la structure subit quelque variation avec la vitesse de refroidissement. Au commencement de la solidification, les cristaux sont plus riches et le liquide moins riche en cuivre que la masse. Mais, au fur et à mesure que la solidification avance, les cristaux qui prennent naissance dans un liquide de plus en plus riche en étain s'enrichissent sur les bords en ce métal. Si on laisse refroidir l'alliage lentement, il y a diffusion de l'étain, et les cristaux deviennent homogènes.

Quand la teneur en étain dépasse la proportion de 7 %, le constituant α se transforme pendant le refroidissement et donne naissance au constituant β .

Si l'on considère l'alliage à 15,6 % d'étain et si on le trempe à 880 degrés, c'est-à-dire au-dessus du point de fin de solidification, on

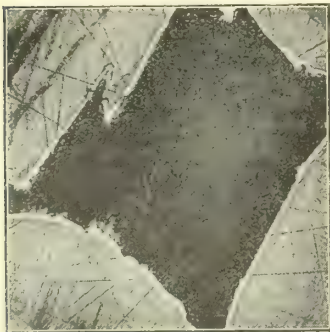


FIG. 10.
Bronze ordinaire à 15,6 % Sn;
trempé à 546°.
Grossissement : 280 diamètres.



FIG. 11.
Bronze ordinaire à 15,6 % Sn;
trempé à 470°.
Grossissement : 280 diamètres.

obtient des cristaux d' α entourés d'une matière à grains extrêmement fins provenant d'une solidification brusque de la partie encore liquide à la température de 880 degrés. Si l'on trempe le même alliage à une température de 777 degrés et, par conséquent, après la fin de solidification, on trouve que le constituant α n'a pas augmenté et que des cristaux β commencent à prendre naissance.

A basse température il y a dissolution du corps α dans le corps β et celui-ci va en diminuant.

Pour des alliages renfermant plus de 26 % d'étain le constituant α ne se forme pas.

Transformation du constituant β . — Si on laisse refroidir l'alliage à 15,6 % d'étain formé par le mélange $\alpha + \beta$ à 770 degrés, on voit que le constituant β se transforme en se dédoublant en α et δ . On ob-

tient alors un alliage formé du composé α qui apparaît en noir et d'un complexe formé de $\alpha + \delta$; ce complexe étant plus difficile à attaquer que le constituant α , il apparaît en blanc. La figure 10 donne le détail du phénomène. On y voit le constituant β qui apparaît en noir uniforme, bordé en blanc du corps δ ; le reste est constitué par le corps α .

La figure 11 donne le même alliage trempé à 470 degrés au lieu de 546 degrés. La transformation est plus accentuée : on trouve d'abord le complexe $\alpha + \delta$ bordé du constituant δ et au dehors le constituant α . Ici on ne rencontre plus du tout le constituant β , dont la transformation a lieu vers 500 degrés environ.

Dans les alliages plus riches en étain (23 %, par exemple), on a, au début, des cristaux de α (fig. 12) ceux-ci disparaissent dans le refroidissement en donnant le constituant β souvent caractérisé par des stries très nombreuses. A plus basse température, le constituant β



FIG. 12.
Bronze ordinaire à 22,5 % Sn;
trempé à 558°.
Grossissement : 48 diamètres.

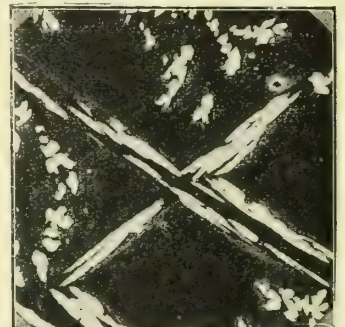


FIG. 13.
Bronze ordinaire à 23,3 % Sn
trempé à 530°
puis attaqué par HCl + FeCl³.
Grossissement : 48 diamètres.

donne naissance au constituant α (fig. 13) qui apparaît en blanc sur un fond noir de β non transformé et enfin on obtient le constituant α qui apparaît en noir et le complexe $\alpha + \delta$ en blanc (fig. 14). Lorsque la teneur en étain est plus grande que celle de l'alliage étudié, il se produit directement le constituant β sans passer par le constituant α (fig. 15) donné par un alliage à 27,6 % d'étain, trempé à 730 degrés. Un tel alliage en se transformant donne des cristaux de δ se détachant sur un fond de $\alpha + \delta$. On obtient ainsi souvent des éléments $\alpha + \delta$ extrêmement fins.

Transformation du constituant γ . — Le constituant γ se trouve en solution solide et homogène dans tous les alliages qui renferment plus de 33 % d'étain. Quand on trempe avant la solidification complète, on

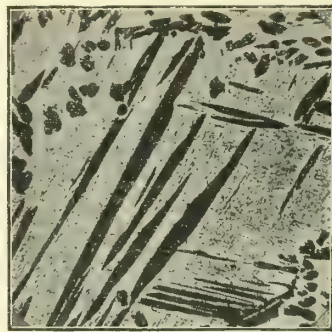


FIG. 14.
Bronze ordinaire à 23,3 % Sn;
trempé à 470°
puis attaqué par HCl + FeCl³.
Grossissement : 48 diamètres.



FIG. 15.
Bronze ordinaire à 27,65 % Sn;
trempé à 730°
puis attaqué par AzH³.
Grossissement : 48 diamètres.

obtient le constituant γ . Pendant le refroidissement le corps γ se transforme en donnant le constituant η . La figure 18 montre des bandes noires du constituant η .

La figure 5 donne la transformation juste au moment du passage au point de transformation. Enfin, pour les teneurs encore plus fortes en étain, le constituant η prend naissance directement aux dépens du liquide et peut donner le composé H (fig. 19). Le refroidissement doit être extrêmement lent, il faut donc maintenir à basse température un certain nombre de jours. On a généralement des cristaux de η bordés de H. Enfin nous donnons deux micrographies, l'une (fig. 21) montrant le composé Cu²Sn très bien cristallisé, l'autre (fig. 22) représentant une attaque au picrate de soude qui laisse intact le composé Cu⁴Sn.

DILATATION. — Crace-Calvert a déterminé la dilatation des alliages cuivre-étain. Les résultats sont donnés dans le diagramme ci-joint (fig. 16). On note un maximum qui correspond exactement aux proportions Cu^3Sn . Ceci démontre bien l'existence de cette combinaison : en effet de simples mélanges d'étain et de cuivre donneraient une courbe continue ; l'anomalie trouvée ne peut s'expliquer que par l'existence d'un corps nouveau.

DENSITÉ. — Les expériences de M. Riche sur la limaille des alliages cuivre-étain montrent, malgré les écarts donnés par les expériences

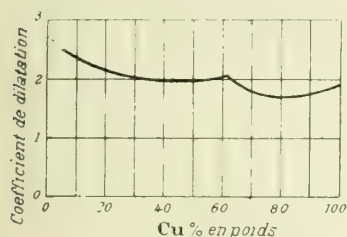


FIG. 16. — Courbe des coefficients de dilatation des alliages cuivre-étain.

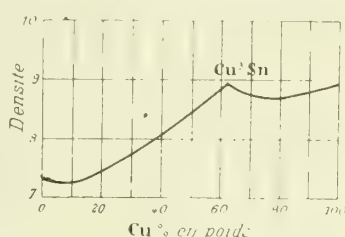


FIG. 17. — Courbe des densités des alliages cuivre-étain.

sur le même produit, qu'il existe bien une combinaison Cu^3Sn . En effet, sur la courbe de la figure 17 on voit bien que la densité des alliages compris entre le cuivre pur et la combinaison Cu^3Sn reste à peu près constante. Elle va ensuite en décroissant lorsque l'étain augmente. Pour expliquer ces résultats, il est nécessaire d'admettre l'existence de la combinaison Cu^3Sn ayant la même densité que le cuivre.

RÉSISTANCE ÉLECTRIQUE. — La détermination de la résistance électrique a confirmé également l'existence du composé Cu^3Sn . En effet, la courbe de conductibilité possède un maximum correspondant à cette combinaison.

FORCE ÉLECTROMOTRICE DE DISSOLUTION. — Laurie a été le premier qui ait déterminé les forces électromotrices des alliages cuivre-étain ;

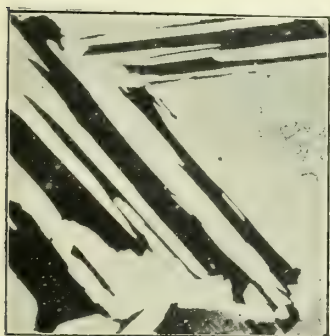


FIG. 18.
Bronze ordinaire à 33,25 % Sn ;
trempé à 590°.
Grossissement : 50 diamètres.

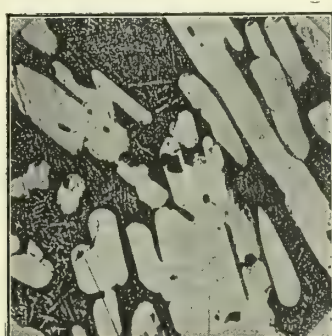


FIG. 19.
Bronze ordinaire à 65,1 % Sn ;
trempé et chauffé pendant 70 heures
à 445°.
Grossissement : 45 diamètres.

il a pu ainsi établir d'une façon certaine, par l'examen de la courbe qui présente une chute brusque en ce point, l'existence de la combinaison Cu^3Sn . Ses expériences ont été reprises depuis par Hertschkowitsch, qui a obtenu des résultats semblables.

PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES. — L'une des propriétés mécaniques qui ont été le plus étudiées pour les alliages cuivre-étain est assurément la dureté. Les expériences sont dues à Crace-Calvert, qui mesurait l'effort nécessaire pour qu'un poinçon, de forme et de qualité parfaitement déterminées, s'enfonçât d'une quantité donnée dans l'alliage à essayer. On a, d'une part, déterminé par expérience la dureté de l'alliage en prenant comme terme de comparaison la fonte grise pour laquelle l'effort est supposé égal à 1 000 degrés et, d'autre part, calculé l'effort nécessaire d'après la loi des mélanges, c'est-à-dire en supposant l'alliage formé de cuivre et d'étain.

Voici les résultats obtenus :

Composition de l'alliage. . .	CuSn^1	CuSn^2	CuSn^3	Cu^{10}Sn	Cu^{15}Sn	Cu^{20}Sn
Dureté observée.	83	104	135	916	772	692
Dureté calculée.	51	68	85	2,7	270	279

On voit qu'il n'y a aucune concordance entre les duretés observées et les duretés calculées. Mais si l'on cherche à faire coïncider le cal-

cul et l'expérience on voit qu'on y arrive parfaitement, en admettant la combinaison Cu^3Sn possédant une dureté égale à 1 500.

Les autres propriétés mécaniques qui ont surtout un intérêt industriel seront étudiées plus loin.

Étude chimique. — L'étude chimique des alliages cuivre-étain permet aussi d'éclaircir l'important problème de leur constitution. Si l'on considère ceux qui sont riches en étain, on peut les traiter par l'acide chlorhydrique concentré et obtenir un résidu qui correspond à la formule Cu^3Sn .

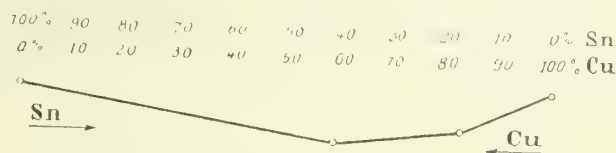


FIG. 20. — Chaleur de formation des alliages étain-cuivre.

CHALEUR DE FORMATION. — On sait (1) que M. Hertschkowitsch a étudié la chaleur de formation des alliages cuivre-étain (fig. 20) et qu'il a noté un minimum correspondant à la formule Cu^3Sn .

En résumé, l'existence de cette combinaison est mise en évidence par : la dilatation, la résistance électrique, la force électromotrice de dissolution, la densité, les propriétés mécaniques, l'étude chimique, la chaleur de formation.

D'autre part, l'étude de MM. Heycock et Neville établit l'existence de trois espèces de solutions que nous avons définies précédemment : α , β , γ , ainsi que de trois combinaisons probables : $\delta = \text{Cu}^3\text{Sn}$; $\eta = \text{Cu}^3\text{Sn}$; $\text{H} = \text{CuSn}$. Toutefois l'existence de δ n'est peut-être pas suffisamment prouvée. Quant à H, ce serait le composé CuSn ayant dissous un peu du composé Cu^3Sn .

La solution α , les combinaisons δ , Cu^3Sn et H sont stables aux températures ordinaires. Les solutions β et γ , au contraire, ne sont pas stables aux températures basses ; on ne peut les observer que dans des métaux trempés dans certaines conditions.

De plus, il faut observer, avec M. Guillemin, que la micrographie



FIG. 21.
Bronze ordinaire
à 30 % Cu et 70 % Sn.
Grossissement : 200 diamètres.

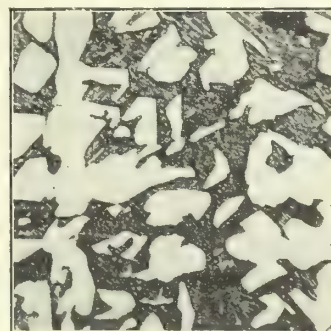


FIG. 22. — Bronze ordinaire
à 79 % Cu et 21 % Sn ;
attaqué au picrate de soude.
Grossissement : 200 diamètres.

donne des indications précieuses sur le travail qu'a subi le métal, s'il a été coulé à trop haute ou trop basse température, s'il a été refroidi brusquement ou lentement, s'il a été laminé, estampé, martelé.

Étude industrielle. — **FABRICATION.** — La fabrication des bronzes comprend : 1° la fusion ; 2° la coulée ; 3° la préparation du métal pour l'amener à la forme voulue ; la plus grande quantité des bronzes est préparée sous forme de pièces moulées.

On peut utiliser comme matières premières des métaux purs, mais, généralement, on y ajoute de vieux bronzes ; ceux-ci peuvent d'ailleurs être traités préalablement en vue d'obtenir une composition déterminée et n'avoir besoin que d'une refonte. Cette industrie de l'utilisation de vieux bronzes est particulièrement intéressante en France, où l'on utilise le water-jacket ou un petit cubilot, ou encore le four à réverbère pour traiter ces matières ; on cherche notamment à acheter des produits très bon marché, tels que les bronzes très chargés en zinc et l'on fait évaporer ce dernier.

Quoi qu'il en soit des matières premières, les bronzes sont obtenus ordinairement par fusion dans des creusets ou plus rarement dans les fours à réverbère, lorsque la quantité de métal est assez importante. On fond d'abord le cuivre, on ajoute ensuite des déchets et ce n'est qu'à la fin qu'on ajoute l'étain.

Souvent on a soin de chauffer l'étain à une température très voisine de son point de fusion avant de l'introduire dans le cuivre

Si nous rapprochons ces différents résultats, on voit que :

1° Les alliages renfermant plus de 92 % de cuivre voient leur charge de rupture augmenter un peu par trempe à basse température, entre 400 et 600 degrés. Les allongements subissent des variations analogues;

2° Pour des métaux contenant moins de 92 % de cuivre, la charge de rupture et les allongements croissent très nettement dès que la température de trempe dépasse 500 degrés.

Ceci est absolument en accord avec le diagramme de MM. Heycock et Neville.

Le maximum de la charge de rupture est atteint, quel que soit le bronze, pour une trempe faite aux environs de 600 degrés. Le maximum des allongements paraît, au contraire, se déplacer avec la composition de l'alliage. Il a lieu par une trempe à 800 degrés, pour le bronze Cu = 91, Sn = 19; par une trempe à 600 degrés, pour l'alliage Cu = 79, Sn = 21.

La différence entre la charge de rupture du métal brut de coulée et celle du métal trempé à la température la meilleure est d'autant plus accentuée que la teneur en cuivre est plus faible. Quoi qu'il en soit, on doit conclure que la trempe des bronzes, faite entre 600 et 800 degrés, améliore considérablement les résultats des essais à la traction.

Il faudrait étudier l'influence de ce traitement sur le frottement. Il ne faut pas oublier, en effet, que la trempe fait disparaître le composé δ , corps très dur qui doit jouer un rôle important dans les coussinets.

UTILISATION DES BRONZES ORDINAIRES. — On peut diviser les bronzes ordinaires, suivant leur utilisation, en cinq classes principales : bronzes pour constructions mécaniques; pour canons; pour cloches; pour miroirs; pour statues.

Nous ne parlerons ici que des premiers, qui forment deux groupes :

1° Bronzes servant à des pièces travaillant principalement au frottement (coussinets, etc.);

2° Bronzes servant à des pièces soumises à des efforts autres que le frottement (engrenages, etc.).

Les bronzes pour coussinets contiennent ordinairement : Cu = 81 à 87 %, Sn = 19 à 13 %. Les compositions varient suivant les charges à supporter, les conditions de frottement (tel bronze, qui conviendra pour rouler sur acier cimenté trempé, ne conviendra nullement pour rouler sur un acier demi-dur), suivant les autres conditions de travail. C'est ainsi qu'un coussinet peut, tout en étant soumis principalement à des efforts de frottement, avoir à subir des chocs (coussinets de têtes de bielles des moteurs à pétrole, etc.). Nous traiterons complètement cette question du bronze à frottement quand nous aurons défini les bronzes spéciaux utilisés dans le même but. Bornons-nous à donner les principales compositions d'alliages cuivre-étain et cuivre-étain-zinc employés pour coussinets :

Bronzes ordinaires pour coussinets :

Bronze très dur : Cu = 81, Sn = 17, Zn = 2; ou Cu = 82, Sn = 17, Zn = 1; ou encore, Cu = 82, Sn = 18;

Bronze dur : Cu = 84, Sn = 14, Zn = 2; ou Cu = 84, Sn = 12, Zn = 4.

On utilise souvent des alliages à plus hautes teneurs en zinc, par exemple :

Pour coussinets de locomotives : Cu = 82, Sn = 10, Zn = 8;

Pour coussinets de wagons : Cu = 75, Sn = 22, Zn = 4.

On remarquera la très faible teneur en cuivre de cet alliage.

Parfois, même, la teneur en cuivre descend jusqu'à 70 %, comme dans ce type :

Pour coussinets pour essieux : Cu = 70, Sn = 22, Zn = 8.

Généralement, la teneur en étain est plus forte dans les bronzes destinés au frottement circulaire qu'à ceux destinés au frottement alternatif. En France, les types adoptés par les Compagnies de chemins de fer sont généralement :

Pour pièces soumises à des frottements circulaires (coussinets de boîtes à huiles, de bielles motrices et d'accouplement, etc.) : Cu = 82, Sn = 16, Zn = 2;

Pour pièces à frottement alternatif (tiroirs, sièges de soupapes, garnitures, etc.) : Cu = 84, Sn = 14, Zn = 2.

Bronzes d'engrenages. — Les bronzes d'engrenages sont presque tous des bronzes phosphoreux, dont nous parlerons dans le chapitre suivant. Ils se rapprochent généralement des types : Cu = 88 à 91, Sn = 12 à 9. Nous avons déjà étudié les propriétés de tels bronzes.

Autres bronzes pour constructions mécaniques. — Nous donnons ci-dessous les principaux types de bronzes utilisés pour les constructions mécaniques autres que ceux employés pour coussinets et engrenages. On voit qu'ils renferment tous du zinc :

Robinet : Cu = 88, Sn = 10, Zn = 2; ou Cu = 88, Sn = 8, Zn = 4;

Boîtes à étoupes : Cu = 86, Sn = 11, Zn = 3; Cu = 81, Sn = 3, Zn = 13, Pb = 3;

Boîtes de roues de wagons : Cu = 88, Sn = 10, Zn = 2;

Sifflets à vapeur : Cu = 81, Sn = 17, Zn = 2 (son clair);

ou : Cu = 80, Sn = 18, Zn = 2 (son plus sourd);

Segments de pistons : Cu = 88, Sn = 3, Zn = 9.

Le bronze qui est parfois employé pour les segments de piston contient généralement du plomb; nous en donnerons plus loin la composition. En général, d'ailleurs, on utilise la fonte pour cet usage; c'est, notamment, le cas pour les moteurs d'automobiles.

Les bronzes pour décolletage sont d'un emploi relativement restreint. Ils ont été ordinairement laminés, puis étirés. C'est dire qu'ils renferment ordinairement au moins 90 % de cuivre, au plus 10 % d'étain; la composition la plus usitée est : Cu = 92, Sn = 8.

Ajoutons que la plupart des bronzes utilisés actuellement dans les constructions sont des bronzes spéciaux, notamment des bronzes phosphoreux.

Léon GUILLET,

Docteur ès Sciences,

Ingénieur des Arts et Manufactures.

(A suivre.)

NAVIGATION

APPAREIL ENREGISTREUR DES VIBRATIONS

des navires à vapeur.

Les mouvements alternatifs des organes de la machinerie des navires à vapeur se traduisent, comme on sait, par des vibrations de tout le corps du bâtiment; il est très utile d'enregistrer ces vibrations afin de pouvoir rechercher leurs causes et, si cela est possible, les modifications qu'il faudrait apporter à l'appareil moteur sinon pour les supprimer, du moins pour les atténuer.

L'appareil destiné à cet usage que nous allons décrire, d'après l'*Engineering*, du 3 mars, est dû à M. Otto Schlick, qui lui a donné le nom de pallographe. Il permet d'inscrire simultanément : 1° une courbe continue donnant les vibrations dans le sens vertical; 2° une courbe donnant les vibrations horizontales; 3° les instants exacts où ces vibrations se produisent; 4° le nombre de tours de l'arbre de l'hélice pendant les expériences.

Avant de donner la description de cet appareil, signalons quelques-uns des résultats les plus intéressants relatifs à son emploi.

Les recherches faites avec le pallographe ont montré que la vitesse des machines marines pendant une minute peut varier considérablement. L'étude des courbes obtenues avec cet appareil, faite par un procédé d'agrandissement photographique indiqué par M. Schlick, permettent d'établir des relations entre les vibrations et les mouvements de la machinerie, aussi bien pour les navires à turbines que pour ceux dont les machines sont à mouvement alternatif. Dans le premier cas, notamment, on détermine les positions defectueuses des aubages, cause principale des vibrations; c'est ainsi que l'appareil a été employé dernièrement pour les essais du *Caronia*, nouveau steamer à turbines de la Compagnie Cunard et a permis de régler très exactement la position des aubages.

On peut employer l'appareil Schlick non seulement pour étudier les oscillations mais aussi pour mesurer très exactement le temps que met le navire pour parcourir une certaine distance, lors de ses essais par exemple, ainsi que pour mesurer le nombre de tours des hélices correspondant à une vitesse donnée.

L'ensemble comporte quatre appareils distincts groupés sur un seul socle et servant chacun à tracer les courbes donnant les quatre indications mentionnées plus haut.

Le papier sur lequel les courbes sont inscrites est animé d'une translation lente et continue au moyen d'un mouvement d'horlogerie; il passe sur un rouleau R (fig. 1 et 2) et peut avoir deux vitesses; les stylets traceurs des diverses courbes sont dirigés normalement à la surface du rouleau R et du papier, et viennent le toucher sur des génératrices diamétralement opposées : ceux qui enregistrent le temps et les mouvements vibratoires d'un côté, ceux qui inscrivent le nombre de tours des arbres moteurs de l'autre; ces derniers sont en nombre variable suivant que le navire est à une, deux ou trois hélices.

L'enregistrement des oscillations verticales de la quille est obtenu au moyen d'un levier horizontal *g*, terminé par une fourche vers son point fixe, mobile dans le plan vertical autour des couteaux S et portant à son extrémité libre un contrepoids lourd G (fig. 1 et 2). Ce levier est maintenu horizontal par deux ressorts à tension réglable et conjugués F et F₁, reliés tous deux à un balancier B dont le point fixe peut coulisser entre deux guides C, et rattachés l'un à un point fixe, l'autre à une petite bielle solidaire du levier *g* qui ramène le point d'attache au-dessous du plan de ce levier. Ce mode de fixation des ressorts et la mobilité du point fixe du balancier sur ses guides courbes, permettent de régler la sensibilité du mécanisme suivant

l'importance des oscillations à enregistrer, de manière à maintenir, dans chaque cas, l'amplitude des courbes inscrites dans les limites voulues pour qu'elles ne sortent pas du papier.

Cet appareil, ainsi que celui qui inscrit les vibrations horizontales, agit par inertie : le poids G tend à rester immobile lorsque le socle sur lequel il est fixé prend une inclinaison quelconque ; il résulte de cette tendance un déplacement relatif du socle par rapport à ce levier. Ce sont ces mouvements relatifs que l'on enregistre au moyen du dispo-

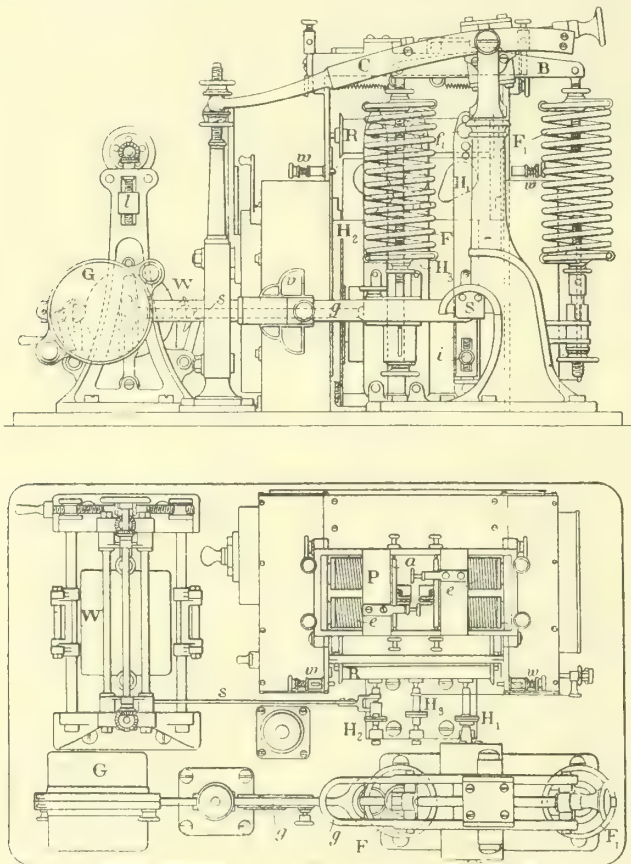


FIG. 1 et 2. — Élévation et plan de l'appareil Schlick pour enregistrer les vibrations des steamers.

sitif suivant. Au point fixe S du levier g , et à angle droit sur ce levier, est fixé un bras descendant, portant un doigt horizontal qui actionne un levier vertical H_1 portant un stylet mobile f_1 en face du rouleau à papier R . Les mouvements relatifs verticaux du socle par rapport au levier g sont donc transmis à ce stylet, après avoir été transformés en mouvements horizontaux, et inscrits sur le papier qui se déroule sur le rouleau R .

Les oscillations horizontales sont enregistrées par un deuxième appareil dont l'organe principal est un pendule à poids lourd W (fig. 1, 2 et 3). Ce pendule, qui peut osciller autour d'un axe horizontal ll (fig. 3), ajustable en hauteur, est suspendu par deux tiges h, h traversant deux petits blocs b, b fixés sur cet axe, dans lesquels ils peuvent coulisser librement. Ces deux tiges h peuvent, d'autre part, pivoter autour de deux pointes c, c , solidaires de deux bielles a, a , qui font corps avec l'arbre S . Les distances o et m entre les points fixes de cet ensemble de leviers étant constantes, tandis que la distance n est ajustable, on conçoit qu'on puisse donner à cette dernière une valeur telle que les mouvements de l'arbre S puissent être inscrits sur le papier, quelle que soit leur amplitude. Ces mouvements sont transmis par une bielle s et par une manivelle (fig. 2) à un deuxième levier H_2 portant également un stylet mobile en face du rouleau R . Ici encore, on enregistre, non pas les mouvements propres du pendule qui tend à rester immobile en vertu de sa grande inertie, mais les mouvements relatifs du socle qui sont provoqués par les oscillations horizontales du navire, par rapport à ce pendule.

Un troisième levier à stylet traceur H_3 , placé entre H_1 et H_2 , est relié au mouvement d'horlogerie et actionné par lui de telle sorte qu'il

avance d'un petit bond vers la gauche à chaque seconde, pour revenir en arrière de tout le chemin parcouru en cinq secondes dans cette direction, au bout de la cinquième seconde. Il enregistre donc très exactement le temps et permet de lire, à un cinquième de seconde près, le moment exact où se sont produites les oscillations horizontales ou verticales.

Pour enregistrer le nombre de tours des arbres, l'appareil est complété par un cadre P placé en arrière et au-dessus du rouleau R (fig. 1 et 2) dans lequel sont montés autant de paires d'électro-aimants conjugués e que le bateau comporte d'arbres d'hélice. Chacun de ces électro-aimants commande un traceur par l'intermédiaire d'une armature mobile autour d'un axe a ; ces armatures étant attirées par eux à chaque passage du courant, leur mouvement est donc transmis, amplifié, aux stylets correspondants. Le courant est envoyé dans les électros chaque fois que l'une des manivelles de l'arbre moteur, et toujours la même, passe à l'un de ses deux points morts. L'appareil trace donc une courbe dont les points d'ordonnée maxima correspondent à chacun de ces passages du courant, c'est-à-dire enregistre le nombre de tours de l'arbre pendant un temps donné.

L'ensemble de ces divers appareils, qui constitue l'enregistreur Schlick, permet donc de faire les mesures suivantes : amplitude, durée et caractéristiques des oscillations horizontales et verticales ; vitesse de rotation de chacune des machines motrices à deux centièmes de tour près par nœud parcouru ; temps dépensé, à un vingtième de seconde près pour parcourir ce nœud.

F. H.

VARIÉTÉS

Destruction de la végétation sur les voies ferrées dans les pays tropicaux.

Depuis quelque temps on emploie, pour la destruction de la végétation, sur la ligne de Guayaquil à Quito (Pérou), un procédé chimique qui a donné de très bons résultats et qui s'étend de plus en plus dans l'Amérique du Sud tropicale.

D'après M. John A. Harman (*Engineering News*, du 2 mars), le procédé consiste à arroser la voie et ses abords avec une solution contenant à la fois de l'acide arsénieux et du nitrate de soude.

On prépare deux solutions : l'une à 17 grammes de nitrate par litre, l'autre à 20 grammes d'acide arsénieux ; celle-ci est faite à chaud en raison de la lenteur avec laquelle se dissout l'acide arsénieux dans l'eau froide. Les deux liquides sont mélangés à volumes égaux pour l'usage.

Pour obtenir de bons résultats, il convient que le liquide soit finement pulvérisé et répandu très également sur la surface à protéger ; aussi l'arrosage se fait-il au moyen d'un réservoir de distribution à la partie supérieure duquel arrive de l'air comprimé ou de la vapeur à une pression variable selon la distance de projection qu'on se propose d'atteindre.

Les cuves de préparation, d'alimentation et de distribution ainsi que tous les accessoires, pompes et chaudière fournissant la vapeur nécessaire au chauffage des cuves de préparation sont montés sur des trucks formant un train circulant sur la voie avec une vitesse de 5 kilom. à l'heure. Le débit se fait à raison de 5 mètres cubes par kilomètre sur une largeur moyenne de 10 mètres dans le cas de végétation tropicale la plus luxuriante.

L'efficacité du traitement est plus grande si on l'opère par temps sec et au soleil. Au début, les applications doivent être faites tous les trois mois, mais au fur et à mesure qu'elles ont été plus nombreuses, le ballast et les abords de la voie s'imprègnent plus profondément et elles peuvent être espacées de plus en plus.

Quoiqu'il soit difficile d'évaluer le coût de cette opération puisqu'il dépend beaucoup des conditions locales, le procédé est, de tous ceux qui ont été tentés jusqu'ici, celui qui s'est montré le plus économique. Son seul inconvénient sérieux est le danger d'empoisonnement pour les ouvriers, mais on y remédie par des moyens préventifs et des soins de propreté dont l'application est assez facile.

Palplanches américaines en tôle.

L'emploi de palplanches métalliques, peu usité en Europe, s'est répandu aux États-Unis pour les travaux de fondation dans des terrains compacts et à profondeur assez grande. Pour mettre en place des palplanches en bois dans ces conditions, on aurait, en effet, beaucoup de peine à réussir d'une façon sûre.

Les types les plus usuels, d'après les indications que donne à ce sujet M. Hilgard (1), sont ceux de Raponot (fig. 1), où les fers en U por-

(1) Dans la *Schweiz. Bauzeit.*, du 6 mai.

tent des épaulements qui limitent leur pénétration mutuelle; de Wittekind (fig. 2), en tôles et cornières rivées, s'emboîtant exactement de l'une à l'autre; de Vanderkloot (fig. 3 et 4) et de Behrend (fig. 5 à 7), qui s'adaptent à toutes les sinuosités de l'enceinte du batardeau.

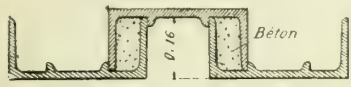


FIG. 1.



FIG. 2.

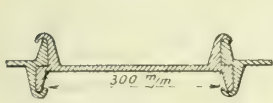


FIG. 3 et 4.

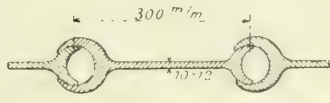


FIG. 5 à 7.

Ces deux derniers types, obtenus directement au laminoir et d'une grande simplicité d'emploi, pèsent environ 60 kilogr. par mètre courant ou 190 kilogr. par mètre carré de paroi; leur épaisseur est de

10 à 12 millimètres. Au contraire, les fers Wittekind pèsent près de 250 kilogr. par mètre carré.

Signalons encore, au sujet des fondations et des étançonnements qu'elles nécessitent, l'emploi très général, sur les chantiers américains, de petits vérins pour caler les contrefiches et les étréssillons d'une façon plus précise qu'avec les simples coins en bois habituels. Les figures 8 et 9 représentent un vérin, construit par les usines Duff, à Pittsburg, dont la vis est parfaitement protégée sur toute sa

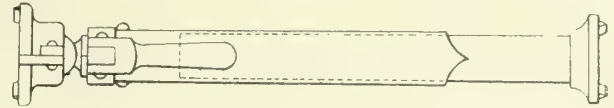


FIG. 8 et 9.

Élévation et coupe par l'axe d'un vérin Duff.

longueur par un manchon-guide, contre les détériorations du filetage. Les leviers de manœuvre se replient, et la tête de l'appareil est montée à rotule, de façon à travailler dans toutes les directions.

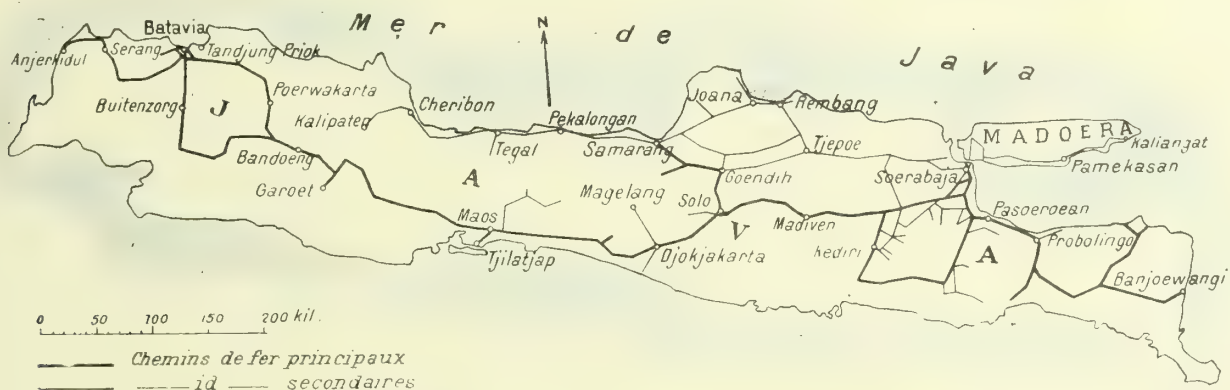
Les chemins de fer à Java.

La belle et riche île de Java, qui possède une population extrêmement dense (190 habitants par kilomètre carré, et jusqu'à 400 dans quelques districts exceptionnellement fertiles), compte environ 24 millions d'habitants, dont 45 000 Européens et 250 000 Chinois. Les villes les plus importantes sont Batavia, Soerabaja et Soerakarta, avec des populations de 110 000, 150 000 et 100 000 âmes.

Comme le montre la carte ci-jointe, le grand développement des côtes favorise les relations maritimes en même temps que la traversée d'une côte à la côte opposée par l'intérieur des terres se trouve raccourcie. Cependant, il n'existe en réalité que quatre ports, dont un

Les chemins de fer de Java sont construits dans des conditions assez sommaires, avec de fortes pentes et des courbes prononcées; ils sont complétés par des tramways sur route, à vapeur, dont la ligne principale, de Kalipaten à Soerabaja, n'a pas moins de 600 kilom. Ces tramways ont un trafic marchandises très développé, et possèdent de très nombreux embranchements privés qui vont chercher sur place les produits agricoles.

L'exploitation des chemins de fer se fait à de faibles vitesses, en raison des profils accidentés, et sans service de nuit, de sorte que sous ce climat, les Européens souffrent beaucoup du voyage. Dans l'Inde, au contraire, les principaux trains circulent la nuit. Le trajet de Soerabaja à Batavia (906 kilom.) dure deux jours; on couche à Maos,



Carte des chemins de fer de Java.

seul sur la côte sud (Tjilatjap), et le meilleur d'entre eux, Soerabaja, est devenu la première ville de toute l'île. L'intérieur des terres, très montagneux, et coupé de ravins en même temps que couvert de forêts, ne se prête guère aux communications. Il existe cependant depuis un siècle une grande route qui traverse l'île dans sa longueur et dont les embranchements desservent les villages maritimes. Ces routes sont bien entretenues et ombragées.

Le premier chemin de fer date de 1867; les lignes du début appartenaient à des Compagnies, mais depuis lors le réseau a été construit par le Gouvernement. La voie ferrée relie Batavia à Soerabaja depuis 1894, et aujourd'hui elle s'étend d'une extrémité à l'autre de l'île, depuis Anjerkidul jusqu'à Banjoewangi. L'écartement est de 1^m 06, sauf pour deux sections (exploitées par une Compagnie) qui sont à voie normale; l'une de ces sections coupe la grande ligne de l'État en deux tronçons, qui aboutissent respectivement à Djokjakarta et à Solo; la pose d'un troisième rail qui procurerait une jonction très utile entre les deux lignes n'est pas encore réalisée.

dans un hôtel du chemin de fer. D'un bout à l'autre de l'île, il faut quatre jours.

Les wagons, assez mal adaptés, paraît-il, aux conditions du climat, ressemblent à ceux des petites lignes européennes, et comprennent quatre classes; ils sont généralement divisés en deux ou trois compartiments. L'éclairage et le chauffage n'existent pas; les freins continus sont encore l'exception.

Les tarifs sont à base décroissante, au moins pour les deux premières classes, qui concernent surtout les Européens, et varient de 0 fr. 13 à 0 fr. 09 par kilomètre, suivant la distance, pour la première classe; de 0 fr. 075 à 0 fr. 07 pour la deuxième classe.

M. Giese, qui donne ces renseignements dans la *Zeit. des Ver. deutsch. Eisenbahn.*, du 10 mai, ajoute quelques détails sur l'installation des gares, et notamment des buffets assez rudimentaires, tenus d'habitude par des Chinois.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences

Séance du 13 juin 1905.

Chimie minérale. — *Action du fluor sur les composés oxygénés de l'azote.* Note de MM. Henri Moissan et Paul Lebeau.

Le fluor arrivant par bulles au contact d'acide azotique ordinaire, fournit une décomposition accompagnée d'une flamme; mis en présence des vapeurs d'acide azotique, il produit une violente détonation. Ces réactions étant très complexes, l'action du fluor sur les différents oxydes a d'abord été étudiée méthodiquement avant d'aborder l'action sur l'acide azotique; ce sont les résultats de ces recherches qui font l'objet de cette note.

Chimie organique. — *Sur la gomme laque.* Note de MM. A. Etard et E. Wallée, présentée par M. Haller.

La gomme laque n'est pas, comme la plupart des exsudats végétaux, un produit d'évolution biologique normal; c'est une sécrétion accidentelle causée par une blessure, faite à quelques espèces végétales, par la piqure d'un insecte du genre Coccus.

Elle intervient ainsi comme un enduit protecteur de la blessure. C'est la résistance aux agents extérieurs, qu'elle doit à son origine, que l'industrie utilise.

Les travaux dont la laque commerciale a été l'objet ont surtout été dirigés en vue de l'analyse et de la recherche des falsifications. Les auteurs se sont efforcés de connaître les fonctions prédominantes de la laque, en étudiant les produits massifs de sa décomposition pyrogénée.

La pyrogénéation de cette matière seule est difficile à effectuer; il faut l'additionner de son volume de sable. C'est ce mélange qui a été soumis à l'action de la chaleur dans une cornue en fer reliée à un système de condensation convenable.

Les auteurs donnent en détail les résultats de leurs expériences qui sont nets et nombreux. D'après ces résultats, la gomme laque serait comparable aux mélanges artificiels siccatifs, employés comme agents de protection. Elle apparaît expérimentalement comme l'oléate peu stable d'une série continue de polyterpènes. A l'état isolé, ces produits siccatifs sont répandus dans un grand nombre d'espèces végétales, combinés, ils sont la base des vernis industriels.

Électricité. — *La mesure de la capacité des longs câbles sous-marins.* Note de M. Devaux-Charbonnel, présentée par M. H. Becquerel.

Cette nouvelle méthode, expérimentée depuis quelques mois, paraît susceptible de donner des résultats plus précis que celles qui sont généralement employées. Elle consiste essentiellement à charger, en même temps que le câble, un condensateur placé en cascade et de capacité connue. La capacité du câble se déduit de la charge prise par le condensateur. Le dispositif expérimental est fort simple et les calculs n'offrent aucune difficulté.

Soient respectivement C et X les capacités du condensateur et du câble, E le potentiel de la pile d'essai, V celui de l'armature commune, on a, en exprimant que les charges prises sont égales,

$$CE = V_1 \dots XV_2$$

Si l'on sépare le condensateur et qu'on mette à la terre la face qui était au potentiel V, il prendra un complément de charge

$$Q_1 = CV,$$

qu'on mesurera sans difficulté avec un galvanomètre balistique.

Avec la pile seule, le condensateur prend une charge

$$Q_2 = CE$$

qu'on mesure de la même façon, et la capacité X du câble est finalement donnée par la formule

$$X = C \frac{Q_2 - Q_1}{Q_1}$$

La méthode est fort commode; les nombres obtenus dans différentes séries de mesures concordent bien entre eux, ce qui garantit l'exactitude des résultats. Pour le câble récemment posé de Brest à Dakar, on a toujours obtenu, malgré la différence des conditions expérimentales, des valeurs comprises entre 1 085,8 et 1 087,4 microfarads.

Cette précision paraît due à deux causes: la rapidité de la charge et l'élimination des phénomènes parasites tels que les courants telluriques et les charges résiduelles du diélectrique.

La méthode est encore bonne dans des cas où les autres seraient inapplicables. Ainsi, il a été possible de mesurer très exactement la capacité d'un câble reliant la France à l'Amérique du Nord malgré la présence d'un grave défaut d'isolement. Elle permet de même de déterminer le point de rupture d'un câble, dans le cas où le conducteur est en mauvaise communication électrique avec l'eau de la mer.

L'influence des courants telluriques est généralement négligeable, alors même que l'observation directe montre qu'ils sont importants et rapidement variables. Ceci semble prouver que les variations du potentiel sont lentes et peu considérables sur la plus grande partie du câble qui se trouve immergé dans les grandes profondeurs et que, par conséquent, ces variations sont surtout locales et superficielles.

La précision des résultats obtenus a permis de reconnaître que la capacité des câbles posés est supérieure de 3 à 4 % à celle qui a été mesurée en usine. Ce phénomène semble dû à une diminution d'épaisseur du diélectrique causée par les énormes pressions auxquelles il est soumis au fond des mers.

Hydrologie. — *Sur le débit probable des sources dans le bassin de la Seine pendant le second semestre de 1905.* Note de MM. F. Launay et E. Maillet, présentée par M. Maurice Lévy.

La grande pénurie du débit des sources pendant les saisons chaudes (1^{er} mai-1^{er} novembre) de 1870 et de 1874 a été prévue plusieurs mois à l'avance, vers mai-juin, par Belgrand et M. G. Lemoine, d'après les faibles quantités de pluie de la saison froide antérieure (1^{er} novembre-1^{er} mai) et les bas débits précédents des sources. C'est une application de la loi de Dausse d'après laquelle, dans le bassin de la Seine, où dominent les terrains perméables, les pluies de la saison chaude, en général, profitent peu aux cours d'eau et aux sources profondes.

Depuis, un certain nombre de prévisions de même nature ont été faites, et des graphiques ont même été établis pour permettre d'évaluer avec plus de précision l'abaissement probable du débit de certaines sources.

Dans cet ordre d'idées, la situation actuelle des sources paraît particulièrement intéressante. La saison chaude dernière a été peu pluvieuse, et la saison froide assez peu. La cote de la Seine, pendant la saison froide 1904-1905, est le maximum de saison froide le plus bas qu'on ait observé depuis 1874; le minimum atteint par la Marne pendant la saison chaude 1904 est aussi le plus bas depuis 1893; enfin la Vanne a eu le débit minimum assez faible de 98 litres par seconde en décembre 1904 et, en mai 1905, le débit de 147 litres, exceptionnellement bas pour cette époque.

Aussi les auteurs croient pouvoir formuler la prévision suivante: pendant le deuxième semestre de 1905, le débit minimum annuel des sources profondes aura plutôt tendance à diminuer sensiblement ou à atteindre à nouveau des chiffres assez bas dans la majeure partie du bassin de la Seine, sauf vers l'aval de Paris. Ainsi l'on peut s'attendre au tarissement de la source supérieure de la Somme (Marne) vers la fin de juin; on peut prévoir pour la source de Cérilly (Vanne) le débit minimum de 75 litres environ, et pour celles, voisines d'Armentières et de Drains le débit minimum de 260 litres environ.

Toutefois une saison chaude exceptionnellement sèche ou pluvieuse pourrait rendre ces prévisions moins exactes sur certains points.

Physiologie végétale. — *Sur les réserves hydrocarbonées des arbres à feuilles persistantes.* Note de M. Leclerc du Sablon, présentée par M. Gaston Bonnier.

Le maximum des réserves, qui chez les arbres à feuilles caduques a lieu en automne au moment de la chute des feuilles, est atteint chez les arbres à feuilles persistantes au commencement du printemps, lorsque les bourgeons vont s'ouvrir. Le minimum, qui est en mai chez les arbres à feuilles caduques, est reporté en juillet ou en août chez les arbres à feuilles persistantes. Ces différences s'expliquent facilement par ce fait que, dans les feuilles persistantes, l'assimilation a lieu pendant toute l'année avec une intensité relativement faible, tandis que les feuilles caduques assimilent seulement de mai en octobre, mais avec plus d'intensité.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

AGRICULTURE

Essais de labourage à vapeur à Zaravecchia (Autriche). — L'État autrichien possède à Vrana, près de Zaravecchia, ville située au bord de l'Adriatique, un vaste domaine, autrefois marécageux mais depuis quelques années assaini et mis en culture. Le sol, neuf et très fertile, est difficile à labourer en raison des broussailles et des racines de roseaux qui s'y enchevêtrent. Aussi le Ministère de l'Agriculture y a, depuis deux ans, mis en service une labourieuse à vapeur, système Fowler, dont M. Joseph Rezek étudie les dispositions et le fonctionnement dans la *Zeits. des Oesterr. Ing. Vereines*, du 26 mai.

Ce type de machines, déjà ancien, est bien connu; disons seulement que les locomobiles ont ici une puissance d'environ 16 chevaux et que leurs chaudières sont timbrées à 12 kilogr. Les moteurs sont compound. La charrue est à double équipement.

Les essais de consommation dont l'auteur rend compte d'une façon très détaillée ont accusé une dépense de vapeur (à 10,7 atm.) de 10^h 9 à 13^h 5 par cheval-heure indiqué.

Les essais de labourage, avec deux locomobiles espacées de 400 mètres, ont eu lieu dans les conditions suivantes: durée moyenne d'un trajet de la charrue, six minutes; arrêt au bout de chaque trajet, une minute un quart; surface labourée en trois heures: 24 sillons, de 1^m 20 de largeur chacun, soit 1^h 15; profondeur des sillons 0^m 40; consommation de vapeur, 11^h 3 (à 10,8 atm.) par cheval-heure indiqué; puissance réellement absorbée par la charrue, 36 chevaux; effort moyen de traction sur le câble: 2 550 kilogr., consommation de charbon, environ 300 kilogr. par hectare de terrain labouré.

Examinant ces résultats, l'auteur indique les points les plus importants, selon lui, dans l'étude d'une locomobile destinée au labourage, et susceptible de relever le rendement très faible des chaudières qui a été constaté.

ART MILITAIRE

Les mitrailleuses russes à la bataille de Liao-Yang. — Convient-il de doter de mitrailleuses les armées en campagne? La question est encore controversée et il n'est pas inutile d'examiner les faits de guerre qui peuvent apporter des arguments pour la trancher dans un sens ou dans l'autre.

On trouvera dans la *Revue d'Artillerie*, de mars, un article traduit du *Rouskii Invalid*, qui mentionne d'une façon circonstanciée l'emploi des mitrailleuses dans la guerre russo-japonaise, et leur rôle spécial à la bataille de Liao-Yang, les 30 et 31 août 1904, après avoir reçu le baptême du feu à Da-Tchi-Chao, le 11 juillet. A la bataille du 30-31 août, les mitrailleuses firent échouer tous les efforts des Japonais pour prendre à dos les positions russes; leur action ne fut annulée que par l'intervention de l'artillerie ennemie, contre laquelle — et c'est une conclusion qu'on peut tirer de cette expérience — les mitrailleuses ne peuvent pas lutter. Au contraire, elles peuvent arrêter la marche de l'infanterie dont les éléments sont presque instantanément détruits, vers 1 000 mètres, par un tir progressif avec fauchage. Elles peuvent tenir en respect des lignes de tirailleurs au delà de 700 mètres.

CHEMINS DE FER

Le chemin de fer de Kayes au Niger. — Dans la *Revue du Génie* d'avril, le capitaine Crossans-Duplessis décrit les opérations auxquelles a donné lieu la construction du chemin de fer de Kayes au Niger dans sa période définitive, depuis le lancement du pont de Mahina, jusqu'à l'entrée de la locomotive à Bamako, sur le Niger, le 19 mai 1904, et au terminus de Koulikoro, en décembre suivant. Malgré de nombreuses causes de retard, les prévisions émises en 1896, et qui évaluaient à huit ou neuf ans la durée d'achèvement de la ligne, se sont ainsi trouvées justifiées.

La vitesse de construction, excessivement faible de 1881 à 1888, nulle de 1888 à 1897, est allée en

croissant pendant cette troisième période (1897-1904) et a passé de 40 à 160 kilom., soit en moyenne, 64 kilomètres.

Au point de vue de la construction, la méthode générale a été tout d'abord la méthode télescopique, le manque de route interdisant la création de chantiers indépendants et éloignés. Toutefois on a pu donner à la tête des terrassements assez d'avance sur le rail, pour laisser passer un hivernage entre l'achèvement de la plate-forme et la pose de la voie. La méthode télescopique fut abandonnée en 1901, époque où l'on fut forcé d'organiser des chantiers de maçonnerie à 112 kilom. en avant du rail.

La plupart des ouvrages d'art ont été construits en maçonnerie, les matériaux lourds se trouvant sur place; mais on a intérêt à employer des tabliers métalliques.

On sait que ce chemin de fer est à voie de 1 mètre avec rails de 20 kilogr. en acier, sur traverses en acier du type Ponsard et Boyenval, de 28^{es} 21.

Le travail du capitaine Crossans-Duplessis donne les détails les plus complets sur toutes les parties de la construction, avec d'utiles comparaisons avec les travaux similaires entrepris dans les colonies voisines.

Appareil pour le chargement des rails sur wagons. — Plusieurs Compagnies de chemins de fer aux États-Unis emploient des appareils de levage spéciaux pour le chargement ou le déchargement des rails, dans le but d'économiser la main-d'œuvre, de diminuer la durée de ces opérations et d'éviter des accidents.

L'*Engineering News*, du 20 avril, décrit un de ces appareils. C'est une sorte de grue roulante qui peut se déplacer sur le train de rails et se fixer en un point quelconque à l'aide de chaînes. L'appareil de levage est actionné par de l'air comprimé emprunté aux pompes du frein de la machine. Cette grue peut être montée en une demi-heure et passer d'un wagon à l'autre en cinq ou huit minutes suivant que les wagons sont ou non du même type. Une équipe de 5 hommes suffit au lieu des 20 ou 25 qui sont employés ordinairement au chargement à la main et peut charger 2 800 à 3 200 mètres de voie par jour, ou en bonne moyenne 100 rails à l'heure. Le meilleur résultat est obtenu quand le train s'avance de 1 200 mètres à l'heure.

L'auteur termine en donnant un grand nombre de chiffres statistiques relatifs à l'emploi de cet appareil par diverses Compagnies américaines.

DISTRIBUTIONS D'EAU

Distribution d'eau alimentée par deux réservoirs à des altitudes différentes. — Au sujet de l'étude publiée par M. Otto Seyller dans l'*Oesterr. Wochens.*, sur le cas d'une distribution d'eau alimentée par deux réservoirs situés à des altitudes différentes, et dont nous avons rendu compte (1), M. Rudolf Müller fait paraître, dans le numéro du 29 avril de cette même revue, une note dans laquelle il calcule, pour un exemple déterminé, les conditions de fonctionnement, débit et pression, de la canalisation, et la cote à laquelle on doit installer le second réservoir pour que le réseau soit convenablement alimenté par l'un et par l'autre.

ÉLECTRICITÉ

La fabrication des piles sèches. — L'*Elektrotechnischer Anzeiger* contient, dans son numéro du 23 avril, un article de M. CURT FARRIG, qui renferme des renseignements pratiques sur la fabrication des piles dites sèches, et plus spécialement des éléments de petite dimension employés dans les appareils de poche. Ces éléments, qui ont 20 millimètres de diamètre et 50 millimètres de hauteur, ont une capacité d'environ un cinquième d'ampère-heure, avec un courant de court-circuit pouvant atteindre 5 à 6 ampères.

Deux modes de construction sont employés : la construction américaine, dans laquelle le zinc extérieur est garni intérieurement d'une matière poreuse (papier buvard) puis simplement rempli du mélange dépolarisant dans lequel se trouve le charbon; et la construction allemande, dans laquelle le positif est constitué comme dans les éléments à sac.

L'auteur décrit en détail cette dernière cons-

truction : la feuille de zinc, de 0^{mm} 5 d'épaisseur, est roulée, soudée, puis amalgamée intérieurement et séchée. Le charbon, paraffiné à son extrémité supérieure, est pourvu d'une capsule de contact. Le mélange dépolarisant est comprimé dans un moule en bois, laissant au centre une cavité pour le charbon. On enveloppe ensuite le positif dans une étoffe, retenue par une ligature, puis on paraffine les extrémités. On dispose finalement le positif dans le zinc, avec un espace intermédiaire qui reçoit le liquide. Après quelques heures le dépolarisant est devenu suffisamment dur pour permettre la manipulation de l'élément.

Le mélange dépolarisant est formé de neuf parties (en poids) de bioxyde de manganèse à 95 %, pour deux parties de graphite de Ceylan, brillant et léger. Après mélange, on ajoute 1 litre à 1^l 5 d'eau par 10 kilogr. Le charbon doit être fortement comprimé dans ce mélange.

L'électrolyte est formé de 1 litre d'eau, 250 grammes de sel ammoniac, 30 grammes de chlorure de zinc, 20 grammes de chlorure de sodium et 20 grammes de chlorure de calcium. La pureté des produits importe plus que les proportions exactes.

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Les briques et carreaux de verre. — Le *Beton und Eisen* (n^{os} de mai et juin) signale l'utilité, dans la construction moderne, de l'emploi du verre sous de nouvelles formes, par exemple de carreaux épais, hexagonaux ou d'autres formes géométriques se prêtant à un remplissage régulier du panneau qui doit servir à la fois de fenêtre et de trumeau. On peut avantageusement allier une ossature en béton armé et des panneaux en carreaux ou en briques de verre, qui donneront un bâtiment très lumineux, très bien protégé contre l'incendie et approprié à devenir un magasin ou un entrepôt de matières dangereuses.

Les panneaux vitrés sont d'ailleurs extrêmement robustes en raison de leur épaisseur, et leur entretien est insignifiant vis-à-vis de celui des fenêtres ordinaires.

Plusieurs vues de bâtiments, industriels ou autres, construits de cette manière, sont jointes à cet article.

Fabrication des blocs de béton. — L'*Engineering News*, du 27 avril, publie quelques extraits d'une série d'articles de M. F. W. HAGLOCK parus dans le *National Builder* au sujet de la fabrication des blocs de béton pour la construction.

Il conseille d'employer des machines à blocs creux construites par les spécialistes contrairement à l'usage très répandu de les construire sur place; d'exclure, pour la fabrication des blocs, tous les composés de chaux, parce qu'ils n'ont qu'une durée limitée, et de leur donner un aspect décoratif plus architectural qu'on ne le fait ordinairement aux États-Unis.

Les blocs creux sont ordinairement mal faits; les dimensions des pleins et des vides, les proportions de vides, les dimensions des blocs sont souvent mal choisies et mal spécifiées par les architectes.

L'auteur indique les spécifications qu'il recommande. D'après lui, les blocs de béton creux ou non employés à la construction des murs doivent avoir une résistance à la traction de 16^{es} 87 par centimètre carré et de 70 kilogr. à l'écrasement, après vingt-huit jours de fabrication.

MÉCANIQUE

Le développement actuel des moteurs thermiques. — Dans une conférence à la Société d'Agriculture, Sciences et Industries de Lyon (séances du 20 janvier et du 10 février 1905), M. Paul DUMAS, Ingénieur des Arts et Manufactures, a présenté, d'après des documents allemands, un aperçu du développement actuel des moteurs thermiques.

Examinant la consommation de combustible de ces différents appareils, l'auteur constate tout d'abord que, pour les petites et les moyennes puissances, les moteurs à gaz ont l'avantage sur les moteurs à vapeur. Il indique ensuite quelques consommations de combustible par cheval effectif pour des stations à vapeur spécialement soignées en vue d'éviter les pertes de chaleur; puis, après avoir caractérisé, en quelques mots, les moteurs industriels très perfectionnés, il donne un certain nombre de graphiques de comparaison relatifs aux consom-

mations de combustible de divers moteurs thermiques à piston.

M. P. Dumas étudie également la question de la production du gaz pauvre, ainsi que l'utilisation pour la force motrice des gaz des hauts fourneaux et des fours à coke.

Passant à un autre concurrent des moteurs à vapeur à piston, la turbine à vapeur, l'auteur, s'aidant de quelques schémas représentant les coupes axiales des turbines ainsi que les variations de la pression suivant l'axe, indique les caractéristiques des turbines les plus connues (turbines Parsons, Riedler-Stumpf, Rateau, Zoelly, Laval, Curtis); il termine son étude par l'examen des résultats économiques obtenus avec ces divers appareils.

Calcul des charpentes de réservoirs d'eau surélevés. — Le *Praktische Maschinen Konstrukteur*, des 25 mai et 8 juin, publie quelques exemples de réservoirs d'eau montés sur tour en maçonnerie ou sur pylône en fer, avec ou sans protection de la cuve contre les gelées, et donne des indications sur la manière de calculer ces réservoirs. Il s'agit seulement de réservoirs cylindriques en tôle, à fond bombé intérieurement ou extérieurement. En effet, les fonds plats, plus faciles à construire, sont d'un accès trop difficile en cas de réparation, car il faut les supporter directement par un plancher, tandis que les autres se maintiennent d'eux-mêmes au-dessus du vide; on y dispose alors les prises d'eau, tubes de vidange, etc., sans difficulté.

Les exemples donnés par le *Praktische Maschinen Konstrukteur* embrassent toute la série des capacités moyennes entre 20 et 200 mètres cubes.

MÉTALLURGIE

Affinage de la fonte en deux temps au moyen de minerai. — Ce procédé d'affinage de la fonte en deux temps, décrit par M. J. B. Nau, dans l'*Iron Age*, du 23 mars et du 6 avril, et recommandé par lui il y a plus de douze ans déjà aux fondeurs du sud des États-Unis, s'applique au cas où la fonte est trop riche en phosphore et en silicium pour être traitée économiquement au four à sole et trop peu pour le traitement au Bessemer basique.

Dans ce procédé, la fonte sortant du haut fourneau passe dans un convertisseur où le vent lui enlève le silicium et une partie du carbone, laissant le phosphore intact. Le métal partiellement affiné est traité immédiatement au four à sole ou simplement coulé en gueuses, qui seront traitées de même ultérieurement si la fonderie ne possède pas les installations nécessaires à l'affinage.

On évite les grandes pertes en fer inhérentes au procédé Bessemer en récupérant une partie de celui-ci au moyen de minerais très purs du Lac Supérieur.

L'auteur établit le bilan des quantités de chaleur mises en jeu et montre la possibilité théorique du procédé, puis il étudie un procédé similaire, celui de Krupp pratiqué dans le four Pernot, rappelle les expériences de sir Lowthian Bell, en Angleterre, ainsi que les résultats des recherches de M. Edward A. Uehling sur la même question; il montre que le succès de la deuxième opération, réduction du minerai, dépend de l'intimité du contact entre le métal liquide et le minerai.

A cet effet, il préconise l'emploi d'une sorte de cubilot soufflé et chauffé aux gaz de haut fourneau dont le garnissage est neutre ou basique au creuset et à l'ouvrage; dans sa partie haute, on peut employer des briques réfractaires ordinaires.

Ce cubilot est rempli de minerai et reçoit de la fonte latéralement; celle-ci au fur et à mesure de son affinage descend, et traverse les parties inférieures du minerai qui se renouvelle automatiquement si on prend soin de charger régulièrement le gueulard du cubilot; l'acier remonte par un avant-creuset formant vase communicant et débouchant extérieurement par un trou de coulée qui est à la même hauteur que celui par où s'écoulent les scories.

L'auteur examine les différents moyens qu'on peut employer pour chauffer ce cubilot : gaz de haut fourneau ou de gazogène, vent chaud, et termine par quelques considérations sur l'économie de son procédé.

Notes pour un laboratoire de métallurgie. — Dans les « Notes pour un laboratoire de métallurgie », dont M. DE DORLODOT, Ingénieur civil des Mines, publie la traduction dans la *Revue universelle des Mines*, de janvier, février et mars, M. HOWE,

1. Voir le *Genie Civil*, t. XLVI, n^o 12, p. 199.

professeur de métallurgie à l'Université de Columbia, à New-York, décrit sommairement les principales manipulations qu'il fait exécuter à ses élèves dans leur laboratoire.

Ce n'est point de la métallurgie appliquée que M. Howe fait faire à ses élèves, mais plutôt de la métallurgie théorique, ou mieux analytique, dont le but est d'enseigner, non pas chaque procédé d'une manière approfondie, mais les principes lui servant de base. Il épargne ainsi à l'étudiant l'effort matériel, non point dans le but de lui éviter de la peine, mais afin de lui permettre d'avancer plus rapidement avec une dépense donnée d'énergie, et de détourner son attention des détails fatigants de la manipulation pour reporter cette attention sur la tâche plus difficile de penser.

La traduction de M. de Dorlodot est précédée d'une préface de notre éminent collaborateur M. A. Pourcel.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Essais pour la comparaison de la conductibilité calorifique et du rayonnement des vernis isolants. — Les fils sous coton ou sous papier demandent à être enduits d'un isolant liquide. En cherchant à donner à cet enduit la conductibilité calorifique maximum, M. G. C. DOLPH a fait une série d'expériences dont il rend compte dans le numéro du 1^{er} avril de l'*Electrical Review* (N. Y.).

Ces expériences ont été faites, d'abord, sur des bobines de lampes à arc, puis sur des récipients métalliques recouverts extérieurement d'une épaisseur d'étoffe, peinte à trois couches avec le vernis à essayer. De la vapeur sèche surchauffée était envoyée à l'intérieur, et on déterminait la quantité d'eau condensée. Un récipient nu formait le terme de comparaison.

Ces essais ont montré la supériorité incontestable des vernis spécialement préparés sur les vernis ordinaires : ils ont fait ressortir la valeur des vernis oléorésineux. L'auteur a ensuite essayé dix variétés, dont il a enduit des bobines portant 1444 tours de fil, avec enroulements thermométriques intercalés. Les expériences ont été faites en mesurant la différence de température entre les couches intérieures et les couches extérieures (la moindre différence correspondant au vernis qui dissipe le mieux la chaleur) et la température obtenue par un même courant constant (la température la plus élevée se rapportait au vernis le plus mauvais).

L'auteur s'est d'ailleurs assuré que ces propriétés conductrices ou rayonnantes étaient compatibles avec une bonne résistance à la perforation électrique.

Les accidents d'appareils à vapeur en France de 1888 à 1903. — M. WALCKENAER, Ingénieur en chef des Mines, passe en revue, dans les *Annales des Mines*, de décembre 1904, les accidents de locomotives survenus, tant en France qu'en Algérie, durant la période 1888-1903. Le bilan de ces accidents montre que pour la moyenne des morts par 10400 appareils et par an, le chiffre afférent aux locomotives n'atteint pas le sixième de celui relatif à l'ensemble des appareils à vapeur. Cette situation privilégiée tient, d'après l'auteur, d'une part à la bonne construction des locomotives, aux soins pris pour leur entretien, à la vigilance des agents chargés de leur conduite, d'autre part à ce que ces appareils fonctionnent en plein air et sans avoir, en général, d'autres personnes dans leur voisinage immédiat que le mécanicien et le chauffeur.

M. Walckenaer consacre également une grande partie de son étude aux accidents causés par les batteuses à vapeur. Celles-ci, durant les vingt années 1884-1903, ont donné lieu à 45 accidents et ont causé 39 morts. Passant en revue ces accidents, il fait remarquer que la vétusté, les négligences d'entretien, l'influence plus ou moins lointaine des vices de construction, les excès de pression ou autres négligences immédiates, en sont les principales causes. L'auteur estime que c'est des entrepreneurs de battage que l'amélioration doit venir : il faudrait que ces industriels fussent mieux instruits des nécessités de l'entretien, moins regardants pour les dépenses de réparation et plus conscients des obligations que l'article 36 formule. Ils ne devraient pas prolonger outre mesure le service des locomotives fatiguées par un long usage et auraient intérêt à recourir aussi souvent qu'il est nécessaire aux avis des hommes de l'art et à les suivre; enfin, ils devraient s'intéresser plus qu'ils ne l'ont fait jusqu'à présent, aux appareils portatifs

proposés pour l'épuration préalable des eaux, veiller eux-mêmes au bon état des organes de sûreté et ne confier la conduite de locomotives qu'à de bons préparés, sérieux et sobres.

Malheureusement ce programme est vaste; M. Walckenaer pense qu'une solution du problème de la sécurité, objet de son étude, peut actuellement être cherchée dans la substitution, à la machine à vapeur, du moteur à combustion intérieure alimenté au pétrole; ces appareils sont, en effet, pratiquement exempts du danger d'explosion.

DIVERS

La mouture moderne. — M. SINIGAGLIA, professeur de technologie mécanique, à l'École des Ingénieurs de Naples, examine, dans la *Revue de Mécanique*, de janvier dernier, l'état actuel de la mouture du froment qui doit chercher à séparer autant que possible du son et du germe, la partie farineuse du grain.

Il étudie successivement le nettoyage du blé, sa mouture dans les moulins à meules (basse mouture) et sa mouture dans les moulins à cylindres (haute mouture). Il rappelle que le premier appareil à cylindres fut construit à Naples, en 1873, pour le convertissage des semoules; les cylindres étaient alors en biscuit. Mechwart adopta ensuite ce système de mouture à Budapest (mouture hongroise), et substitua à la porcelaine la fonte durcie qui permit le cannellage des cylindres pour les opérations de broyage.

L'auteur passe ensuite en revue les différentes phases du blutage et les appareils qui sont utilisés à cet effet, les différents modes d'approvisionnement en blé des moulins et décrit le grenier à silos qui dessert un moulin à Corbeil travaillant 3200 quintaux de blé par vingt-quatre heures. Les cases de ce grenier, au nombre de quarante, sur deux rangées de vingt chacune, ont une capacité de 100 000 quintaux.

Après quelques mots sur les élévateurs à godets et pneumatiques, M. Sinigaglia cite quelques-unes des installations importantes de greniers à silos.

Ouvrages récemment parus.

Le Bois, par J. BEAUVERIE, Docteur ès Sciences, chargé d'un cours et des travaux pratiques de botanique appliquée à l'Université de Lyon; avec préface de M. DAUBRÉE, Conseiller d'État, Directeur général des Eaux et Forêts au Ministère d'Agriculture. (*Encyclopédie Léchalas*.) — Un volume en deux fascicules grand in-8 de XI-1402 pages, avec 485 figures dont 16 planches hors texte. — Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1905. — Prix : 20 francs.

Dans ce livre, où le bois est considéré surtout avant sa mise en œuvre, l'auteur a réuni, et méthodiquement exposé, les données actuellement acquises sur cet important sujet, données qui sont éparses dans des ouvrages divers ou des mémoires originaux que le praticien n'a généralement pas la facilité de se procurer, ni le loisir de consulter.

À la base de toute étude rationnelle du bois doit se placer l'examen de sa structure anatomique et de sa composition chimique. Cet examen présente à la fois un intérêt scientifique et un intérêt pratique de premier ordre, toutes les propriétés des bois étant liées à leur composition et au mode d'agencement de leurs éléments, dont l'étude montre à quels emplois sera le mieux utilisable chaque essence. Après y avoir consacré ses deux premiers chapitres, où les propriétés physiques et chimiques du bois sont passées en revue, M. Beauverie signale brièvement les meilleures conditions de culture des arbres forestiers, qui se lient intimement aux qualités des bois qu'on en retire.

Des mains du producteur, le bois passe dans celles des intermédiaires et enfin du consommateur; des règles et des usages variés président à ce commerce spécial qui fait l'objet d'un autre chapitre.

Puis vient l'étude des multiples ennemis du bois, insectes et champignons surtout, qui causent son altération, et qu'on confond souvent par de fausses dénominations.

Enfin l'auteur consacre un paragraphe spécial à chaque essence de bois utile, indigène ou exotique. Il passe aussi en revue les différents usages du

bois, et spécifie pour chacun d'eux quelles sont les essences les mieux appropriées. Il examine de même la répartition de la production de matière ligneuse dans chaque pays, notamment dans les colonies françaises, dont plusieurs sont riches en bois d'ébénisterie encore insuffisamment appréciés.

D'ailleurs, les emplois du bois, malgré la disparition ou la restriction de certaines applications, ne font en réalité que s'accroître au point de faire craindre, dans les pays les plus industriels tout au moins, le tarissement des ressources forestières.

Un traité aussi complet que celui de M. Beauverie s'adresse donc à tous ceux que leur profession amène à s'occuper de ces applications si variées, c'est-à-dire les ingénieurs, constructeurs et entrepreneurs, les propriétaires de bois, les fabricants de pâte à papier, de cellulose, etc.

Les Mines et la Métallurgie à l'Exposition du Nord de la France (Arras, 1904), par Ed. LOZÉ, avec le concours d'ingénieurs, constructeurs et industriels. — Un volume in-4° de 400 pages, avec 368 figures et planches. — V^e Ch. Dunod, Paris, 1905. — Prix : 18 francs.

L'Exposition du Nord de la France, qui a eu lieu l'année dernière à Arras, et dont le *Génie Civil* a donné un compte rendu détaillé⁽¹⁾, a été remarquable en ce qui concerne les mines, principalement les houillères du Pas-de-Calais et la métallurgie de la région.

M. Lozé s'est donné pour tâche de rassembler dans un volume les renseignements qui étaient mis temporairement à la disposition des visiteurs, en signalant les progrès réalisés dans chaque branche.

Il s'est appliqué à conserver à son exposé la physionomie de l'œuvre collective des exposants, tout en ménageant un classement méthodique des matières.

Les quatre parties de l'ouvrage concernent respectivement :

1° Les mines en France (exposition collective des houillères du Pas-de-Calais⁽²⁾ : Ligny-lez-Aire⁽³⁾, Béthune, Bruay, Nœux, Marles, Courrières, Lens, Liévin, etc.), et en Algérie (Compagnie de Mokta-el-Hadid, Union des Phosphates des Rhras et de Tocqueville, Société des Onyx du Sidi-Hamza);

2° La métallurgie : Aciéries de France, Mines de Mafidano, Compagnie de Fives-Lille, etc.;

3° Le matériel de mines : applications de la vapeur (générateurs et machines à vapeur, récupérateurs système Rateau⁽⁴⁾, calorifuges) des gaz, essences, pétrole et alcool (gazogènes, moteurs à gaz de la Société française de Constructions mécaniques⁽⁵⁾, de la Société Westinghouse⁽⁶⁾, etc.); enfin de l'électricité et de l'air comprimé (compresseurs, ventilateurs, pompes, treuils, perforatrices et traverses). Des paragraphes spéciaux traitent du roulage et de l'éclairage, des câbles, cages et parachutes, des explosifs, et enfin de la fabrication des agglomérés;

4° Les transports : économies de traction et de manutention au moyen de wagons⁽⁷⁾ industriels spéciaux à grande capacité.

Planimètre Wilda, pour la mesure des surfaces des diagrammes et dessins, avec notice sur la manière de s'en servir. — Jänecke frères, éditeurs, Hanovre. — Prix : 2 marks.

Le mode d'emploi de ce planimètre, qui consiste en un quadrillage tracé sur une lame transparente, a été récemment décrit, avec figures à l'appui, dans un article du *Génie Civil*⁽⁸⁾ et nous nous bornons à y renvoyer le lecteur.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 43, p. 247.

(2) Voir l'article de M. Schmerber sur les évite-molettes à l'Exposition d'Arras. *Génie Civil*, t. XLV, n° 25 et 26.

(3) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 5, p. 75.

(4) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 49, p. 293.

(5) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 23, p. 375.

(6) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 4, p. 40.

(7) Voir pour la description de divers types de ces wagons, le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 20, p. 344; t. XLV, n° 2, p. 30, et n° 4 p. 65, et t. XLVI, n° 4, p. 44, et n° 48, p. 292.

(8) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 4, p. 60.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Automobiles** : La Coupe Gordon-Bennett en 1905. Les épreuves éliminatoires françaises, p. 137; F. DROUIN. — **Mécanique** : Les nouveaux laboratoires de mécanique de l'École technique supérieure de Dresde (*planche IX*), p. 142. — **Métallurgie** : Les alliages de cuivre. État actuel de nos connaissances théoriques et pratiques (*suite*), p. 145; LÉON GUILLET. — **Législation** : Le dépôt des statuts des syndicats professionnels, p. 148; LOUIS RACHOU. — **Variétés** : Embrayage électromagnétique à disques,

p. 148; — Le chemin de fer de Tsing-tao à Tsi-nan-fou (Chine), p. 149; — Service d'incendie avec poste d'appel dans chaque immeuble, p. 149; — Baromètre portatif à mercure, p. 149.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Académie des Sciences (19 juin 1905), p. 150.

BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 150; — Ouvrages récemment parus, p. 152.

Planche IX : Laboratoires A et B de mécanique de l'École technique de Dresde.

AUTOMOBILES

LA COUPE GORDON-BENNETT EN 1905

Les épreuves éliminatoires françaises.

Il y a six ans, M. Gordon-Bennett dotait d'un magnifique objet d'art une épreuve automobile ayant pour but principal de mettre aux prises les voitures de diverses nationalités. Dans cette épreuve, qui doit se courir entre le 15 mai et le 15 août, sur un parcours de 550 kilom.,

termes du règlement, la course devant avoir lieu dans le pays détenteur du trophée, ce fut en Irlande qu'elle se courut en 1903 (1). Une voiture Mercédès la ramena en Allemagne, d'où une voiture Richard-Brasier la fit retourner en France en 1904 (2).

Il faut reconnaître que le circuit d'Irlande, tel qu'il fut organisé en 1903, représente le premier exemple du terrain de course tel que nous le comprenons actuellement, et rendre hommage à cette parfaite organisation qui, imitée depuis chaque année, a permis la pratique des courses de vitesse (dans des conditions onéreuses, il est vrai) sans qu'il en résulte généralement d'accidents graves pour les coureurs eux-mêmes, et pour ainsi dire sans aucun risque pour le public.

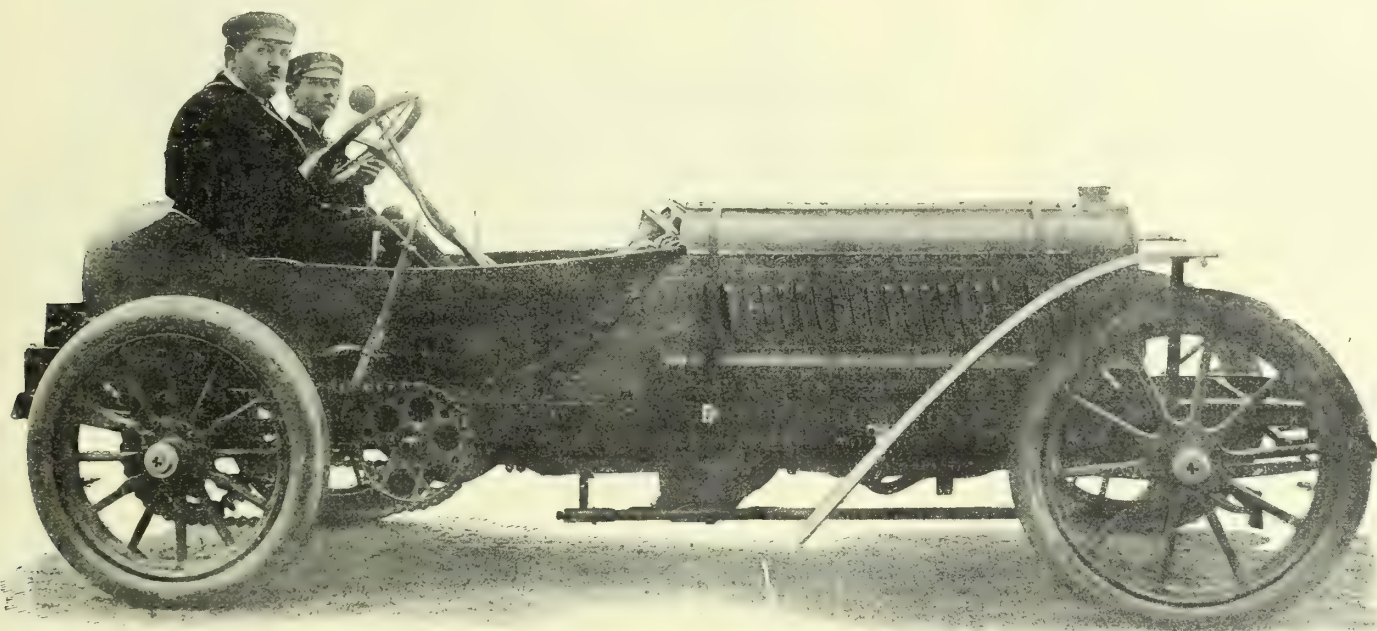


FIG. 1. — VOITURE DE COURSE RICHARD-BRASIER, GAGNANTE DES ÉLIMINATOIRES FRANÇAISES DE LA COUPE GORDON-BENNETT, EN 1905.

chaque nation concurrente se trouve représentée par trois voitures au plus, dont toutes les parties, sans exception, doivent avoir été construites dans le pays d'origine. Le poids de chaque voiture est limité à 1 000 kilogrammes.

A son début, la Coupe Gordon-Bennett suscita peu d'intérêt : d'une part, en effet, peu de nations se trouvaient représentées (la France s'y trouva même seule); d'autre part, la course avait généralement lieu en même temps qu'une des grandes épreuves annuelles, où les quelques voitures de la Coupe se trouvaient perdues dans l'ensemble des véhicules, et où la voiture gagnante arrivait même parfois en assez mauvais rang dans le classement général.

A vrai dire, la construction étrangère n'avait ni l'ampleur ni la perfection qu'elle possède aujourd'hui, et la Coupe ne sortit de France qu'en 1902, où une voiture anglaise Napier, dans la course Paris-Vienne, fit le meilleur temps entre Paris et Innsbruck, bien que treizième du classement final (3).

A partir de ce jour, tout l'intérêt de cette épreuve se révéla. Aux

L'histoire de la Coupe Gordon-Bennett se résume en somme comme suit :

ANNÉE	PARCOURS	VOITURE GAGNANTE	CONDUCTEUR
1900	Paris-Lyon.	Panhard et Levassor	CHABRON
1901	Paris-Bordeaux.	Panhard et Levassor	GIRARDET
1902	Paris-Innsbruck.	Napier	EDGE
1903	Circuit d'Irlande.	Mercédès	JENNAZY
1904	Circuit du Taunus.	Richard-Brasier	THIERY

L'importance de cette épreuve s'accroît d'année en année, non seulement parce que la compétition s'accroît de plus en plus, mais encore parce que les courses sur grand parcours deviennent de

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 44, p. 215.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 46, p. 233.

(3) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 47, p. 273.

plus en plus rares, et de plus en plus difficiles à organiser, en raison des grandes vitesses qu'on atteint actuellement. Les organisateurs

VOITURES RICHARD-BRASIER. — Les voitures Richard-Brasier (fig. 4), détentrices de la coupe en 1904, affirment davantage, si possible, leurs

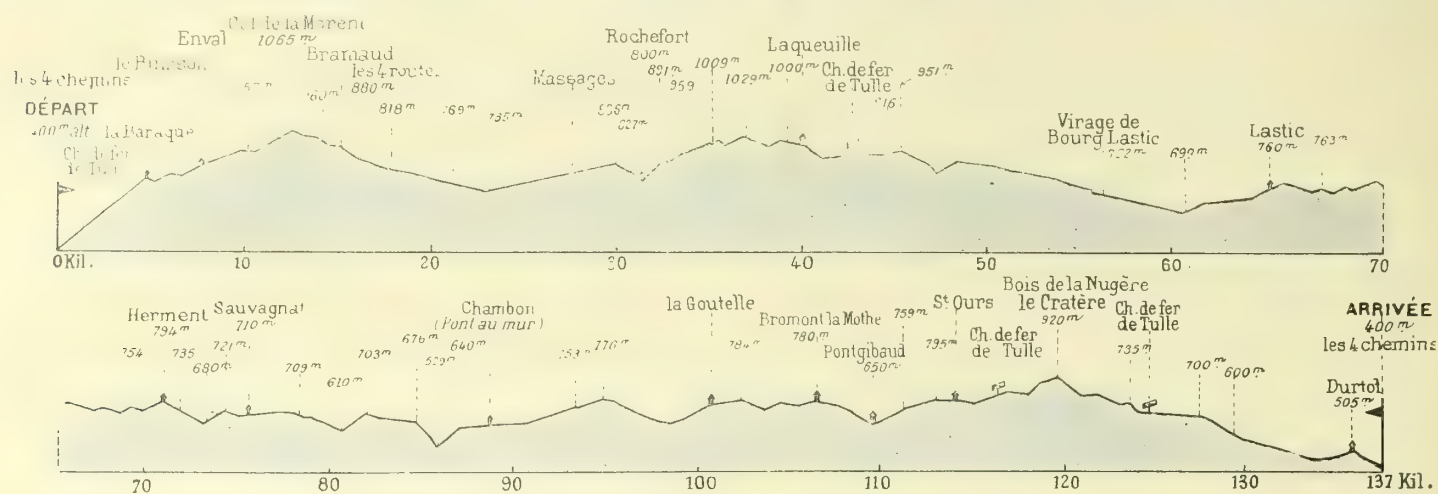


FIG. 2. — Profil en long du Circuit d'Auvergne.

s'appliquent, du reste, à choisir des parcours dont la difficulté exclut les vitesses extrêmes, et le parcours adopté cette année pour la Coupe Gordon-Bennett (Circuit d'Auvergne) en est un exemple saillant.

Sa longueur totale (fig. 3) est de 137^{km} 444, et il doit être parcouru quatre fois (549^{km} 776). Il part de Laschamp, passe par le Col de la Moreno, Rochefort, Laqueuille, Bourg-Lastic, Herment, Sauvagnat, Pontgibaud, et les Quatre-Chemins de Clermont-Ferrand. Il comporte un grand nombre de virages difficiles, suit des routes étroites, et, comme on s'en rendra compte par l'examen du profil (fig. 2), présente des différences d'altitude considérables : certaines rampes dépassent 10 % sur des parcours assez étendus.

Jusqu'en 1903, les voitures destinées à représenter la France étaient désignées d'office par l'Automobile-Club. A partir de 1904, elles ont été choisies à la suite d'une première épreuve éliminatoire, et c'est cette épreuve qui a eu lieu le 16 juin dernier sur le même parcours où se courra la Coupe le 5 juillet. Nous allons en résumer les résultats.

Les voitures engagées étaient au nombre de 24 (3 Richard-Brasier, 3 Renault frères, 1 Charron, Girardot et Voigt, 3 Bayard-Clément, 3 Hotchkiss, 1 Automoto, 1 Gobron-Brillié, 3 Darracq, 3 de Dietrich, 3 Panhard et Levassor). Quinze ont effectué le parcours complet, et les trois premières se trouvent désignées pour courir la Coupe :

				TEMPS TOTAL		VITESSE MOYENNE
				h. m. s.	kilom.	
1	Voiture Richard-Brasier	conduite par THÉRY.	..	7 34 49 1	72,5	
2	— id.	— CAILLOIS.	..	7 43 41	71,1	
3	— de Dietrich	— DURAY.	..	7 44 47	70,9	
4	Voiture Darracq,	conduite par WAGNER.	...	7 47 11 2	70,5	
5	— Renault frères	— SIZSZ.	...	7 55 47 3	69,3	
6	— Panhard et Levassor	— HLAHL.	...	8 11 38 3	67,1	
7	— Hotchkiss	— LE BRON.	...	8 13 13 4	66,8	
8	— Gobron-Brillié	— RIGOLA.	...	8 16 57 4	66,4	
9	— Darracq	— HÉMERY.	...	8 24 38	65,7	
10	— Bayard-Clément	— HANRIOT.	...	8 23 39 3	65,5	
11	— Darracq	— DE LA TOULLOURE.	...	8 30 54	64,6	
12	— Richard-Brasier	— SEAD.	...	8 56 8	61,4	
13	— Renault frères	— EDMOND.	...	8 57 24 2	61,3	
14	— de Dietrich	— GABRIEL.	...	9 29 2	61,0	
15	— Hotchkiss	— LAVERGNE.	...	9 5 14	60,4	

Bien que la voiture automobile, même la voiture de course, tende de plus en plus vers un type uniforme, les différences que présentaient les véhicules engagés nous ont paru suffisantes pour qu'une description sommaire de chacun d'eux conserve son intérêt.

qualités, puisque deux voitures de cette marque se classent en tête des éliminatoires.

Il est intéressant de remarquer que cette maison, qui a adopté la transmission par cardan dans presque tous ses véhicules courants,

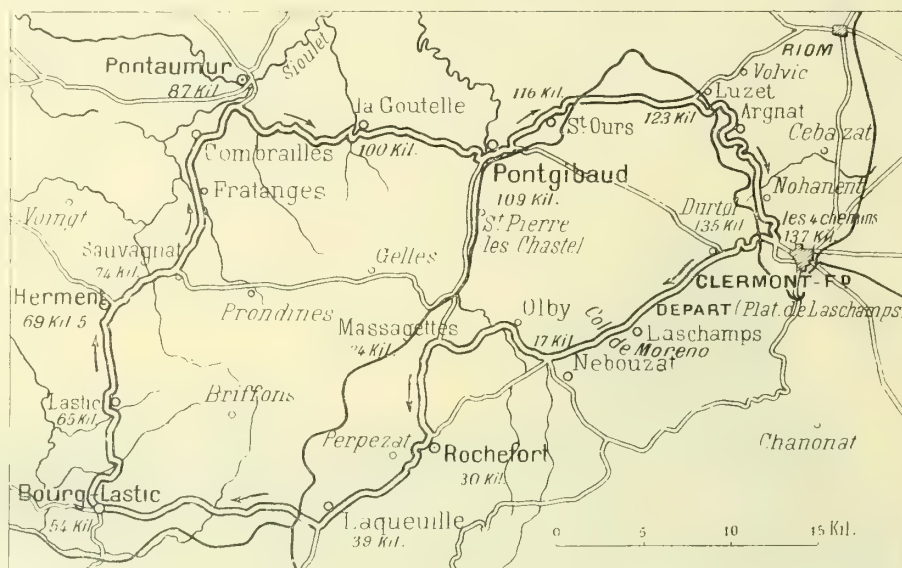


FIG. 3. — Carte du Circuit d'Auvergne.

s'en tient à la transmission par chaînes dans les voitures puissantes, et notamment dans les voitures de course.

Le moteur est à quatre cylindres verticaux fondus par paires, circulation par pompe, soupapes commandées ; la transmission est à trois vitesses, train balladeur simple ; le châssis est en tôle emboutie, les roues en bois. L'embrayage est d'un type spécial, verrouillé, que nous avons déjà décrit (1).

Les dimensions principales sont les suivantes :

Empattement	mètres.	2,65
Voie	—	1,25
Dimensions des roues avant	millimètres.	875×105
— — — — —	—	880×120
Alésage des cylindres	—	160
Course des pistons	—	140
Puissance du moteur à 1 200 tours	chevaux.	96
Poids de la voiture	kilogrammes.	998

L'allumage se fait par magnéto à basse tension, avec rupteurs dans les cylindres, suivant le système préconisé par M. Brasier.

La suspension est pourvue d'amortisseurs Truffault.

VOITURES DE DIETRICH. — Les voitures de Dietrich (fig. 4), également à quatre cylindres fondus par paires, ont une transmission à quatre vitesses, par deux trains balladeurs. Le châssis est en tôle emboutie, les essieux en acier au nickel ; l'allumage se fait par magnéto à basse tension, les tampons d'allumage formant en même temps les bouchons des soupapes d'aspiration. L'embrayage est à cône de cuir.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 45, p. 236.

Dimensions principales :

Empattement.	mètres.	2,85
Voie.	—	1,35
Dimensions des roues avant.	millim.	910
— — — arrière.	—	920
Alésage des cylindres	—	190
Course des pistons	—	150
Puissance du moteur	chev.	130
Poids de la voiture	kilogr.	1 000

Cette voiture paraît être la plus puissante parmi celles engagées dans la course.

VOITURE DARRACQ. — Cette voiture (fig. 5) est également à quatre cylindres fondus par paires, avec circulation par pompe. C'est l'une des plus faibles et la plus courte des voitures en présence; c'est aussi de beaucoup la plus légère, et la seule montée sur roues à rayons métalliques.

Dimensions principales :

Empattement.	mètres.	2,40
Voie.	—	1,35
Dimensions des roues avant	millimètres.	810×90
— — — arrière	—	820×120
Alésage des cylindres	—	150
Course des pistons	—	140
Puissance du moteur à 1250 tours.	chevaux.	85
Poids de la voiture	kilogrammes.	750

La transmission a lieu par cardan. La voiture a quatre vitesses.

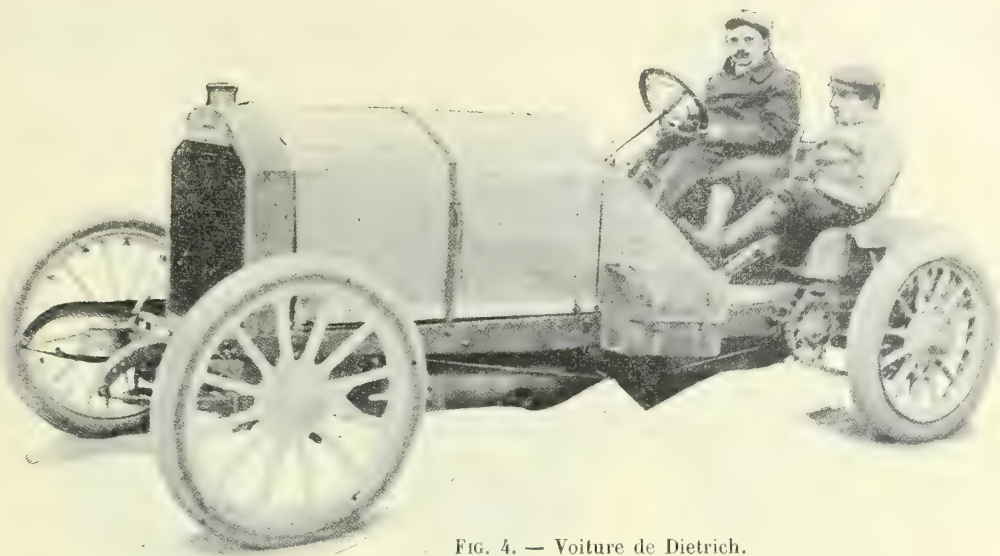


FIG. 4. — Voiture de Dietrich.

La transmission est à trois vitesses, avec grande vitesse en prise directe et arbre longitudinal à joints cardan, appliqué d'une façon générale par MM. Renault frères.

La suspension présente une particularité intéressante, sinon entièrement nouvelle : le châssis est monté au-dessous des essieux, ce qui contribue à donner à la voiture une apparence de stabilité toute spéciale.

Dimensions principales :

Empattement.	mètres.	2,80
Voie.	—	1,35
Dimensions des roues avant.	millim.	810
— — — arrière.	—	820
Alésage des cylindres	—	160
Course des pistons.	—	160
Puissance du moteur	chev.	70 à 80
Poids de la voiture	kilogr.	975

VOITURES PANHARD ET LEVASSOR. — A l'inverse de la maison Richard-Brasier, les anciens établissements Panhard et Levassor, qui construisent exclusivement des voitures à chaînes, ont adopté le cardan pour leurs voitures de course (fig. 7). Celles-ci sont à quatre cylindres séparés, à enveloppe en laiton rapportée et soudée à l'argent, radiateur à nid d'abeilles, carburateur automatique. Le châssis est en acier embouti, et les ressorts d'arrière servent de bielles de poussée.

Principales dimensions :

Longueur du châssis.	mètres.	3,60
Empattement	—	2,655
Largeur du châssis.	—	0,800
Voie	—	1,290
Dimension des roues avant.	millim.	820
Dimension des roues arrière.	—	880
Alésage des cylindres	—	170
Course des pistons	—	170
Puissance du moteur à 800 tours.	chevaux.	90
Poids de la voiture	kilogrammes.	975

VOITURES RENAULT FRÈRES. — Ces voitures (fig. 6) sont munies d'un moteur à quatre cylindres fondus deux par deux ; l'enveloppe est en cuivre, rapportée ; les soupapes d'admission et d'échappement, montées d'un même côté des cylindres, sont commandées par un seul arbre à cames.

L'allumage se fait par magnéto à haute tension, et le moteur est pourvu d'un allumage de secours, par bobine et accumulateurs, commandés par la même came et le même distributeur qui servent à la magnéto. Cet allumage de secours sert en même temps à la mise en marche, facilitée par un décompresseur.

La circulation d'eau a lieu par pompe, les radiateurs étant en forme de fer à cheval et montés à l'arrière du moteur. Ils sont constitués par des tubes à ailettes, disposés en deux rangs superposés, ne communiquant entre eux que par leur partie inférieure. La circulation a lieu, d'abord de haut en bas dans les tubes extérieurs, puis de bas en haut dans les tubes intérieurs.

La commande se fait par trois pédales : l'une débraye simplement ; la seconde débraye et freine ; la troisième freine seulement. Un troisième frein à levier se prête au serrage permanent.

L'embrayage est à plateaux métalliques multiples. La voiture a quatre vitesses.



FIG. 5. — Voiture Darracq.



FIG. 6. — Voiture Renault frères.

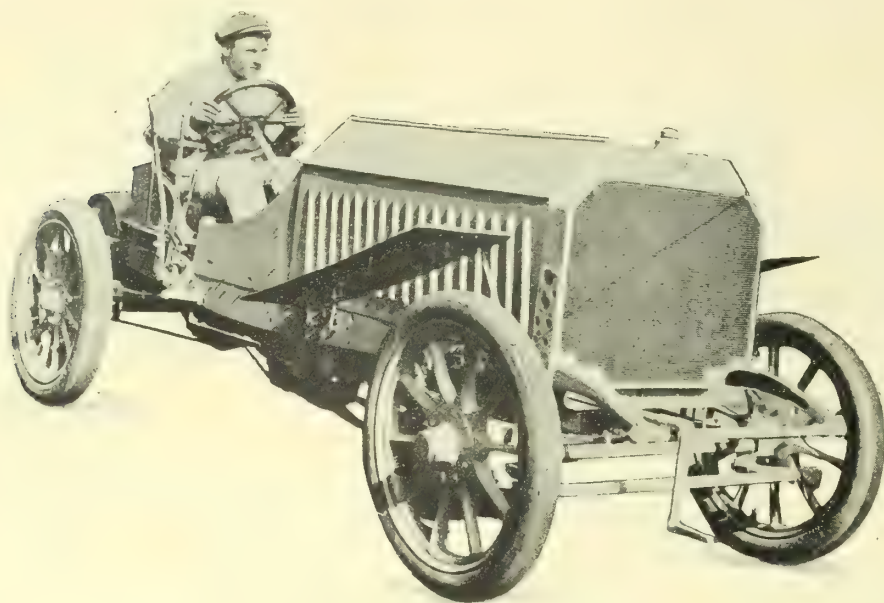


FIG. 7. — Voiture Panhard et Levassor.

VOITURES HOTCHKISS. — Ces voitures (fig. 8) sont caractérisées par l'emploi d'un moteur dont l'arbre est monté sur billes. Ce moteur est à quatre cylindres fondus par paires, la circulation étant assurée par une pompe à engrenages, et l'allumage par magnéto à basse tension.

L'embrayage est à cônes de cuir, avec tocs d'entraînement. Le changement de vitesses, à double train balladeur, est à quatre vitesses, la grande étant en prise directe. La transmission se fait par cardan, le pont arrière présentant cette particularité, que les deux moitiés en sont réunies suivant un plan horizontal.

Dimensions principales :

Empattement	mètres.	2,75
Voie	—	1,35
Dimensions des roues avant	millim.	875
— — — — —	—	920
Alésage des cylindres	—	185
Course des pistons	—	160
Puissance du moteur à 1 660 tours :		125 ch.
Poids de la voiture	kilogr.	980

VOITURE GOBRON-BRILLIÉ. — Cette voiture (fig. 9) est pourvue d'un moteur à quatre cylindres et huit pistons; son châssis est en tubes d'acier, ses essieux sont tubulaires. La transmission se fait par chaînes.

Principales dimensions :

Empattement	mètres.	2,90
Voie	—	1,40
Dimensions des roues avant	millimètres.	870 × 90

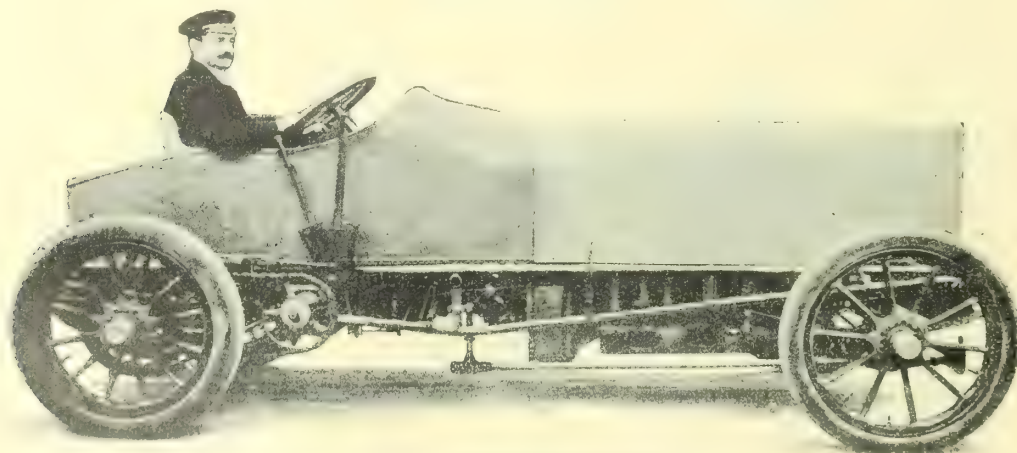


FIG. 9. — Voiture Gobron Brillé.

Dimensions des roues arrière	millimètres.	880 × 120
Alésage des cylindres	—	140
Course totale des deux pistons	—	220

Puissance du moteur	chevaux	110
Poids de la voiture	kilogr.	1 000

VOITURE BAYARD-CLÉMENT. — Le moteur de cette voiture (fig. 10) est à quatre cylindres séparés. Le changement de vitesses est à deux trains balladeurs et quatre vitesses. L'embrayage est à plateaux, la transmission par cardan.

Dimensions principales :

Empattement	mètres.	2,80
Voie	—	1,25
Dimensions des roues avant	millim.	870
— — — — —	—	880
Alésage des cylindres	—	160
Course des pistons	—	160
Puissance du moteur à 1 400 tours :		120 ch.
Poids de la voiture	kilogr.	985

VOITURE CHARRON, GIRARDOT ET VOIGT. — Cette voiture (fig. 11), qu'un accident de pneumatiques a mise hors d'état de terminer le parcours, était à transmission par cardan. Elle présentait cette particularité, que l'essieu arrière était monté à la façon d'un essieu de locomotive, entre deux glissières à rotules, le rayon de ces glissières étant égal à la distance qui sépare l'axe du pont, et le centre d'articulation du cardan. La suspension arrière était formée de deux demi-ressorts longs et souples.

L'empattement était de 2^m 50, la voie 1^m 35. Les quatre roues étaient munies de pneumatiques de 120 millimètres.



FIG. 8. — Voiture Hotchkiss.

Voitures étrangères. — Les trois voitures représentant la France dans la course du 5 juillet auront pour concurrents les véhicules suivants :

Allemagne	3 voitures	Mercedes.
Autriche	3 —	Mercedes.
Italie	3 —	F. I. A. T.
Angleterre	1 —	Napier.
— — — — —	2 —	Wolseley.
Etats-Unis	2 —	Pope Toledo.
— — — — —	1 —	Locomobile.

Voitures Mercedes. — Les voitures Mercedes, qui se sont montrées l'année dernière les plus régulières et les plus rapides après la voiture française, constituent encore cette année des concurrentes d'autant plus redoutables qu'elles se trouvent représentées par six exemplaires.

Comme les précédentes, elles sont à quatre cylindres fondus par paires; le châssis est en tôle emboutie, les essieux en acier forgé, à section en I. Les roues sont en bois et les pneumatiques ont pour dimensions : à l'avant 870 × 90 millimètres, à l'arrière 880 × 120. L'allumage a lieu par magnéto à haute tension, montée sur le même arbre que la pompe. La voiture est à quatre vitesses avec deux trains balladeurs, et la transmission se

fait par chaînes. Le moteur a 185 millimètres d'alésage et 150 millimètres de course, et peut développer environ 125 chevaux au frein. L'empattement est de 2^m 92, la voie 1^m 36. Le poids est de 1 000 kilogrammes.

Voitures italiennes. — Les voitures F. I. A. T. sont également à quatre cylindres par paires, et à transmissions par chaînes. Le moteur, de 180 millimètres d'alésage, a 150 millimètres de course et peut développer 110 chevaux. L'embrayage est du type Hele-Shaw.

L'empattement est de 2^m 80, la voie de 1^m 33, le poids de 1 000 kilogr. Les pneumatiques ont 870 × 90 millimètres à l'avant, et 880 × 120 à l'arrière.

Voitures anglaises. — Les voitures anglaises ont été choisies à la suite d'épreuves éliminatoires, qui ont eu lieu dans l'île de Man le 30 mai.

La voiture *Napier* qui, conduite par M. Clifford Earp, est arrivée première dans cette épreuve, est à quatre cylindres verticaux de 165 × 150 millimètres (fig. 12), mais il est possible que la voiture des mêmes constructeurs qui prendra part à la coupe Gordon-Bennett soit celle de 90 chevaux, à six cylindres, dont nous avons précédemment donné une photographie (1), et qui a par-

matiques. Le régulateur agit par étranglement. Une pédale d'accélération supprime l'action du régulateur en laissant l'étranglement au point

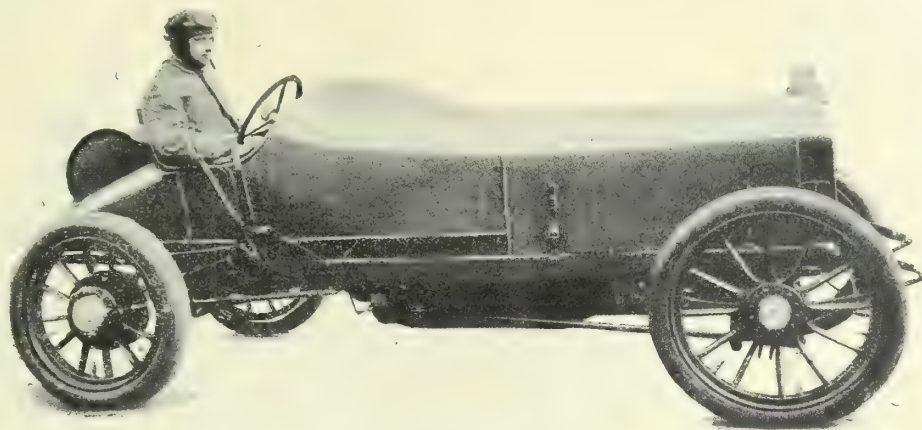


FIG. 10. — Voiture Bayard-Clément.

où il a été réglé à la main. L'allumage se fait par accumulateurs et bobines. Le carburateur a un seul gicleur pour les quatre cylindres.

Le volant, en acier coulé, forme la partie extérieure de l'embrayage qui est à cône de cuir. Le mouvement du moteur est transmis à la boîte d'engrenages par une chaîne Renold; la voiture a quatre vitesses. L'ensemble est monté à billes; la transmission aux roues se fait par chaînes.

Les deux essieux ont une section en I, l'essieu d'avant étant pris dans la masse et non forgé.

Les roues ont 66 centimètres de diamètre; leur rayonnage est mixte, des rayons métalliques étant combinés avec ceux en bois en vue de donner plus de résistance dans le sens latéral. Tous les moyeux sont à billes. L'empattement est de 2^m 64, la voie 1^m 38.

Le poids est de 998 kilogrammes.

Voitures américaines. — Les voitures *Pope Toledo* sont à quatre cylindres verticaux séparés de 140 × 140 millimètres; elles développent 70 chevaux. Leur empattement est de 2^m 70, leur voie 1^m 36. Le châssis est en tôle emboutie, les roues en bois. Leur poids est de 985 kilogr.

couru un mille, en Floride, à la vitesse de 168 kilomètres à l'heure.

Les cylindres sont en acier, les enveloppes en cuivre; les soupapes d'admission sont au-dessus de celles d'échappement; elles sont annulaires et commandées mécaniquement. La pompe centrifuge de circulation est actionnée directement par le moteur, et le radiateur est formé de tubes qui s'étendent sur toute la longueur du capot.

Le châssis est en acier au nickel, les ressorts sont extérieurs. L'empattement est de 2^m 80 et la voie 1^m 41.

La voiture n'a que deux vitesses; la transmission se fait par cardan, la grande vitesse étant en prise directe.

Le réservoir est d'une capacité suffisante pour une marche de 300 kilom. sans arrêt. Une pompe semi-rotative permet de remplir les graisseurs en marche, à l'aide d'huile puisée dans un réservoir auxiliaire.

La voiture *Wolseley* (fig. 13) est à quatre cylindres horizontaux, de 181 millimètres d'alésage et 152 millimètres de course. Le moteur développe 90 chevaux à 1 000 tours. L'arbre, en acier au nickel, est supporté par trois paliers.

L'enveloppe est en aluminium et fondue d'une seule pièce avec la chambre à manivelles. Les soupapes sont verticales; celles d'aspiration sont auto-

La voiture *Locomobile* est à quatre cylindres verticaux fondus par paires; l'alésage est de 170 millimètres, la course 150 millimètres, la puissance 100 chevaux environ.

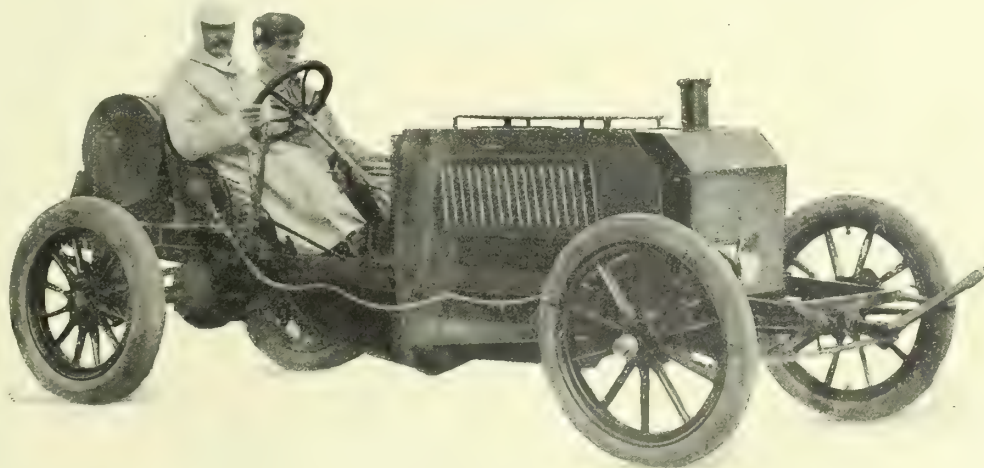


FIG. 12. — Voiture Napier à quatre cylindres.

L'empattement est de 2^m 85, la voie 1^m 35. Le poids est de 1 000 kilogrammes.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 47, p. 275.

Le choix de parcours très accidentés, comme le Circuit d'Auvergne, a fait prendre à la construction des voitures de course une orientation un peu différente de celle que lui avait imprimée la tendance primitive à choisir des parcours faciles, tels que celui de Paris-Bordeaux.

L'augmentation de la puissance sous le poids maximum de 1 000 kilogr. imposé, paraissait alors le seul moyen d'augmenter la vitesse moyenne, le nombre de ralentissements imposés par la route elle-même étant très faible. L'empattement des voitures augmentait en même temps que la vitesse, et, finalement, le châssis s'éloignait de plus en plus du type qui convient aux voitures de tourisme, même rapides.

Les routes accidentées imposent d'autres conditions : la voiture la plus rapide en palier n'est pas nécessairement celle qui fait la meilleure vitesse moyenne sur un parcours de ce genre, et nous voyons les constructeurs réduire l'empattement pour faciliter les virages, adopter une voie également réduite, et accorder plus d'attention au freinage et aux accélérations.

Certes, le véhicule ainsi réalisé est encore une machine très spé-

cial, assez éloignée de la voiture courante, mais il n'en est pas moins vrai qu'il possède certaines qualités nécessaires à cette dernière, qui faisaient quelquefois défaut à la voiture de vitesse pure.

La question des bandages est encore une de celles qui restent à résoudre. Dans le parcours de 550 kil. du circuit, la plupart des coureurs ont usé plusieurs pneumatiques, et les vitesses moyennes devraient encore s'abaisser considérablement si, comme on l'a quelquefois proposé, le remplacement des bandages n'était pas admis.

La course du 5 juillet, qui met aux prises l'élite des véhicules automobiles du monde entier, ne peut manquer de présenter un grand intérêt. Une épreuve de ce genre laisse toujours une place à l'imprévu ; mais tout a été fait tant par l'Automobile-Club de France, qui l'a

soigneusement organisée, que par les constructeurs qui s'y sont longuement préparés, pour qu'elle justifie, dans son ensemble, l'attention dont elle est actuellement l'objet.

F. DROUIN,
Ingénieur civil,
Licencié es Sciences.

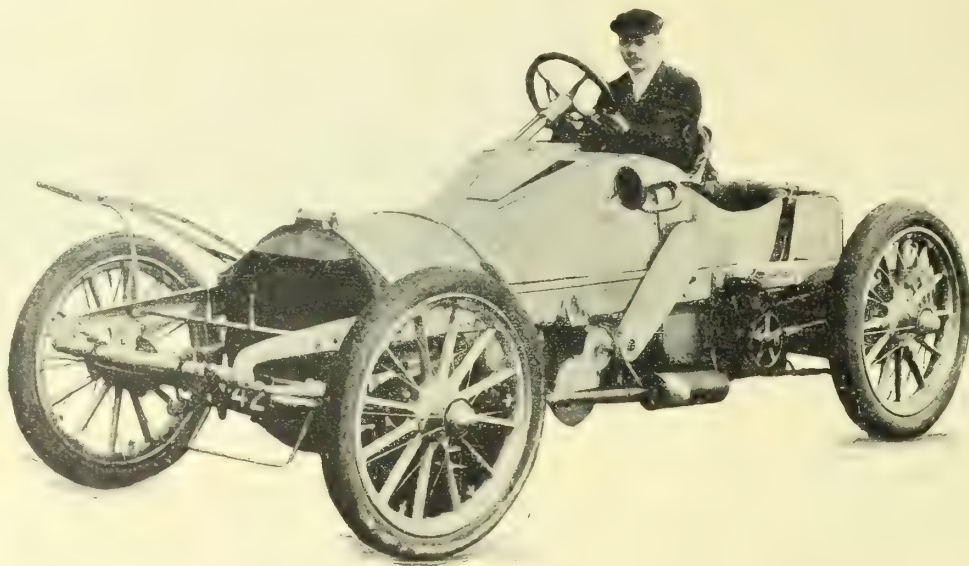


FIG. 13. — Voiture Wolseley.

MÉCANIQUE

LES NOUVEAUX LABORATOIRES DE MÉCANIQUE de l'École technique supérieure de Dresde.

(Planche IX.)

L'École technique supérieure de Dresde, destinée à la formation d'ingénieurs qui viennent y suivre les cours et les exercices pratiques relatifs à la branche industrielle dont ils veulent faire leur carrière, était installée, depuis 1875, sur la place Bismarck ; elle a quitté dernièrement ses locaux depuis longtemps insuffisants et s'est transportée sur un vaste terrain en bordure de la rue Helmholtz, où tout un ensemble de bâtiments neufs, dont la figure 1 montre la disposition, a été édifié pour recevoir :

- Un Institut de mécanique ;
- Un bâtiment pour les laboratoires de mécanique A et B ;
- Un laboratoire officiel d'essais de machines et matériaux ;
- Un Institut électrotechnique ;
- Une usine électrique pour les besoins de l'établissement.

Nous allons brièvement passer en revue ces installations qui ont été inaugurées le mois dernier.

INSTITUT DE MÉCANIQUE. — L'Institut de mécanique, dirigé par M. le professeur Müller, comprend un laboratoire de technologie mécanique, avec une station d'essais dynamométriques, et des collections de mécanique qui sont extrêmement riches, surtout en ce qui concerne les industries textiles ; celles-ci sont installées en majeure partie au deuxième étage du bâtiment principal. Les matières premières, l'outillage, les phases de la fabrication et les produits marchands y sont réunis et permettent de suivre les progrès des diverses branches industrielles représentées. Les mines, la métallurgie, le travail des métaux, du bois, de la pierre, des matières textiles et élastiques, la verrerie, la céramique, la briqueterie, la meunerie, la papeterie, etc., y figurent largement. Une bibliothèque y est adjointe, qui renferme la collection des brevets allemands relatifs à la filature, au tissage et aux apprêts, ainsi que des documents photographiques nombreux.

La station d'essais dynamométriques, installée au rez-de-chaussée, comprend une machine à carder et un renvideur, destinés à étudier les qualités des échantillons de coton.

Le laboratoire comprend plusieurs salles de mesures, spécialement pour les matières textiles ; dans l'une d'elles on peut faire varier le

degré d'humidité, dans l'autre on opère la microphotographie des textiles, une troisième sert d'atelier. Les machines d'essais pour les étoffes et les papiers y sont nombreuses, et de puissances variées.

Il existe également, au rez-de-chaussée : deux amphithéâtres de 80 et 120 places, avec des salles d'exercices et de modèles ; une salle d'études pour les projets de machines à vapeur et hydrauliques, avec des bureaux pour le professeur, M. Lewicki, et ses assistants ; une salle d'études pour les projets de moteurs à gaz, avec des bureaux également pour le professeur de cette section, M. Mollier, et ses assistants ; enfin les bureaux de la direction et des personnes de service. Au premier étage, se trouvent aussi les salles du cours des éléments de machines, transporteurs et appareils de levage, professé par M. Buhle : un amphithéâtre, deux salles d'étude (1) de 100 places, des casiers à dessin, une salle de modèles, des bureaux pour le professeur et les assistants, etc. Les collections de modèles ont été remarquablement enrichies, à l'occasion de leur réinstallation, par les industriels saxons. Leur transport aux différents amphithéâtres est facilité par un monte-charge électrique qui dessert tous les étages.

Le cours de mécanique générale et de chemins de fer, professé par M. Fischer, est également installé au premier étage, avec les mêmes salles que ci-dessus. La salle des modèles sert aux élèves à faire des croquis de toutes sortes. Un petit atelier avec moteur électrique facilite l'entretien de tous ces modèles, pour ainsi dire sur place.

Ce bâtiment a coûté environ 800 000 marks de construction et 100 000 marks d'aménagement et d'installation du mobilier.

LABORATOIRES A ET B DE MÉCANIQUE. — *Laboratoire A.* — Le laboratoire A, fondé en 1893 par M. le professeur Lewicki, a été transporté dès 1902 dans son nouveau bâtiment (fig. 2, du texte, et fig. 1 à 4, pl. IX), qu'il occupe avec le laboratoire B ; il est spécialement consacré aux machines et chaudières à vapeur et aux machines hydrauliques. L'installation de ce laboratoire est conçue plutôt pour les besoins de l'enseignement que pour les recherches originales des professeurs ou des savants ; il est cependant déjà en mesure d'offrir dans ce sens des ressources très appréciables, et qui seront peu à peu complétées.

Les bureaux et vestiaires A (fig. 1, pl. IX) précèdent l'amphithéâtre B où la table d'expériences est munie d'une petite chaudière et aménagée en vue de faciliter les manipulations. Un palan de 300 kilogr. courant au-dessus d'elle le long d'une poutre horizontale permet de faire circuler les appareils lourds à un niveau quel-

(1) Ces salles d'étude et de dessin sont éclairées par de vastes châssis et par des lampes à arc ; les tables horizontales portent des pupitres mobiles à inclinaison variable, sur lesquels se placent très commodément les planches à dessin. Les pieds des tabourets sont garnis de feutre pour éviter le bruit.

LABORATOIRES DE MÉCANIQUE DE L'ÉCOLE TECHNIQUE SUPÉRIEURE DE DRESDE

Fig.1. Plan d'ensemble des laboratoires A et B de mécanique

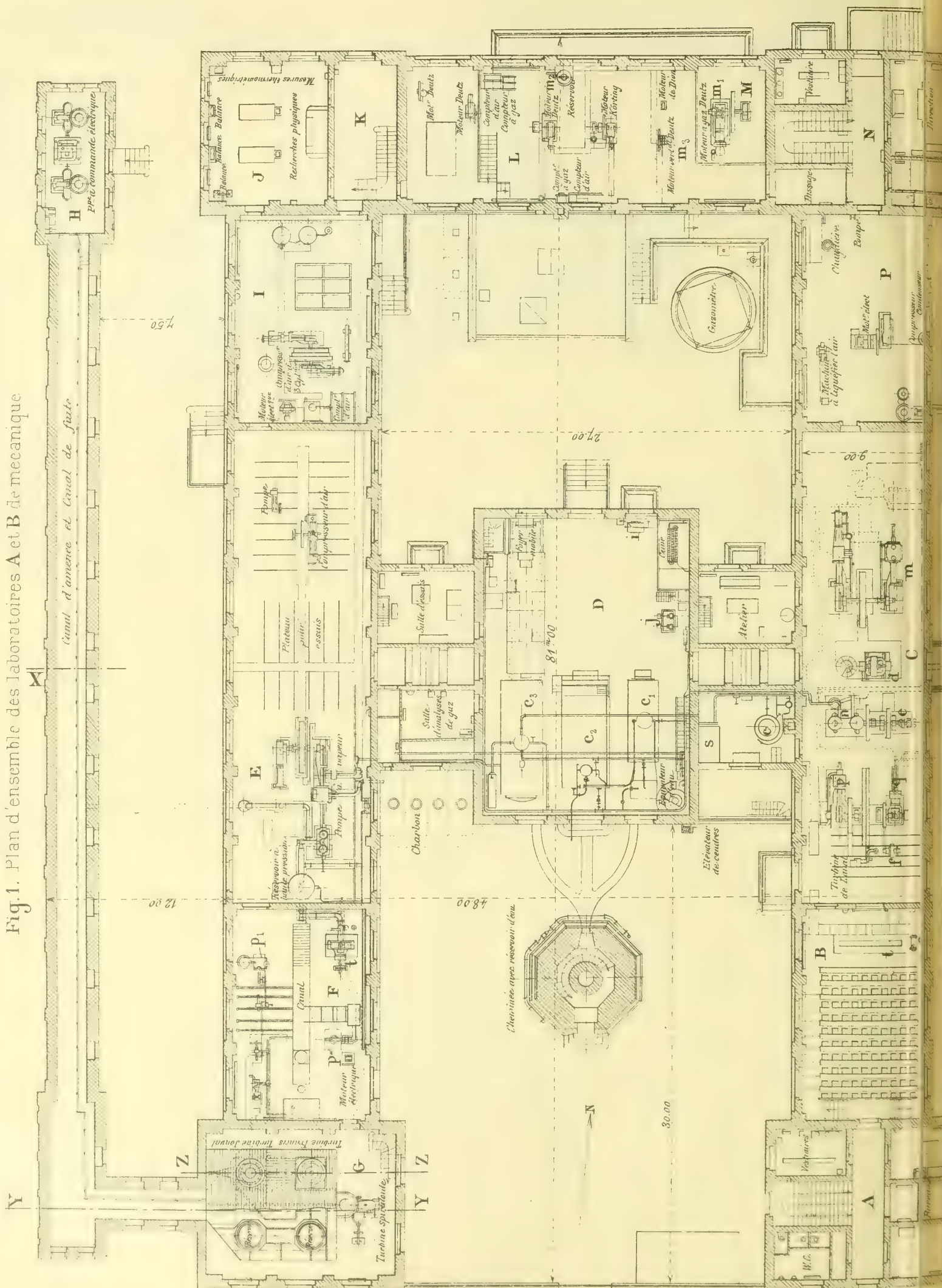


Fig. 1 à 3 — Echelle de 0.003 p.m.

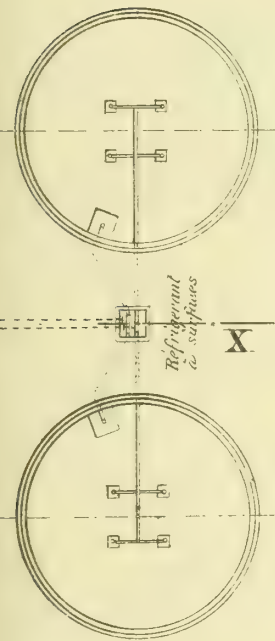


Fig. 3.
Coupe verticale par le bâtiment des turbines
suivant YY

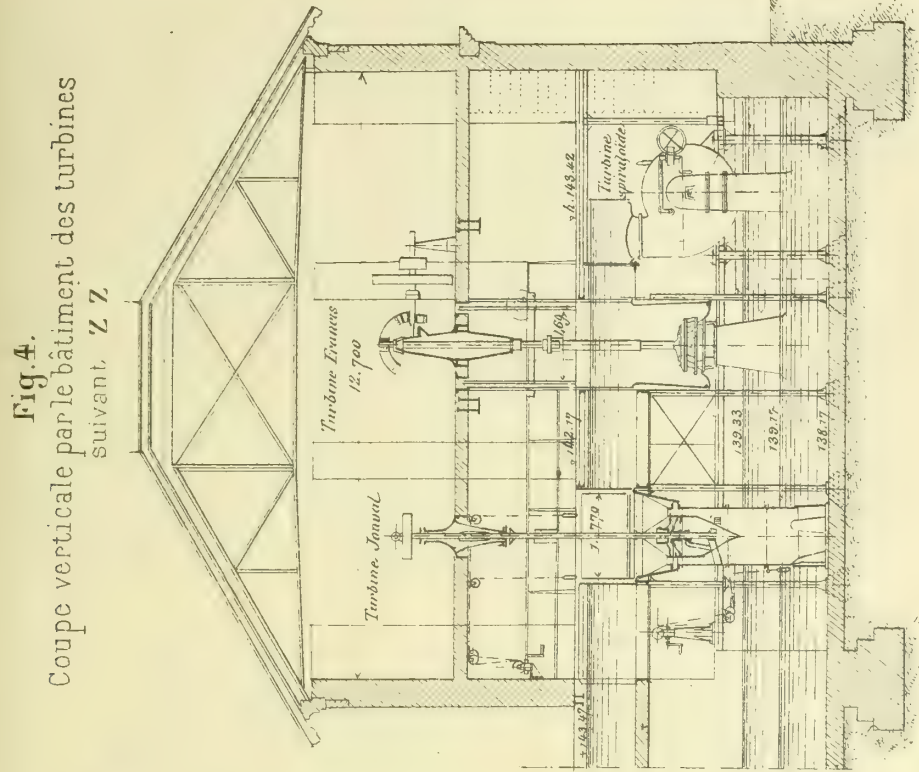
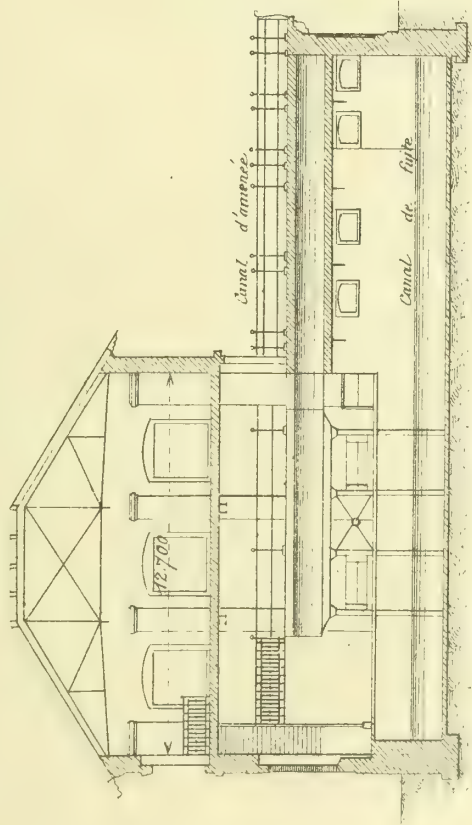


Fig. 4.
Coupe verticale par le bâtiment des turbines
suivant ZZ

Fig. 2. Coupe verticale
des laboratoires par XX

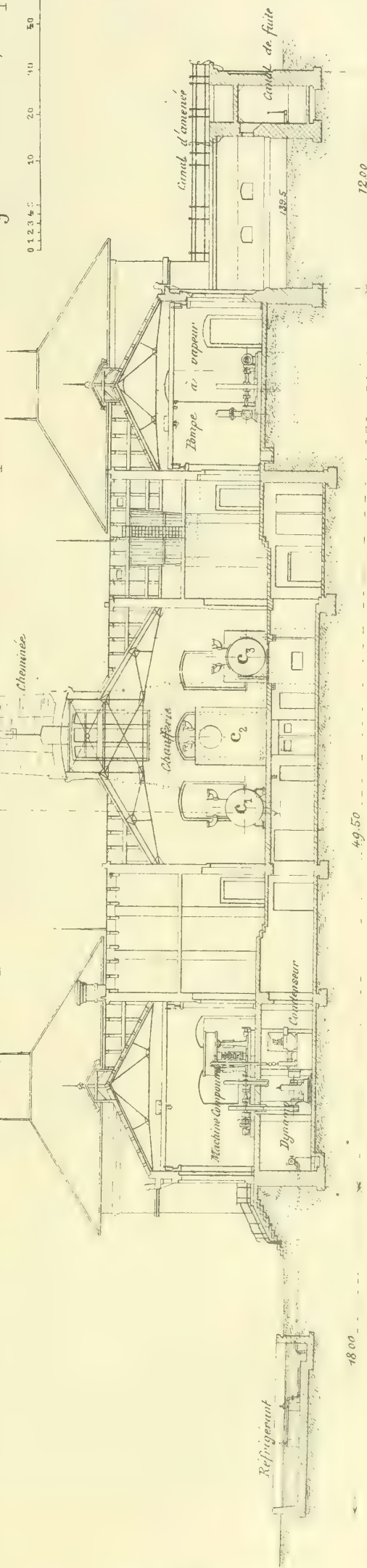
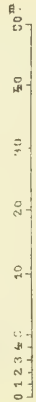


Fig. 4 — Echelle de 0.0015 p.m.



conque. La table même forme cuve à eau, avec grille divisée en panneaux mobiles, que l'on peut recouvrir d'autres panneaux pleins en bois, et des prises d'eau, de vapeur, de gaz, et de courant électrique y sont disposées. La chaudière *c* est alimentée par les grandes chaudières, et chauffée au gaz pour obtenir de la vapeur surchauffée. Derrière la table est un tableau noir mobile qui, en se levant, découvre un panneau en verre dépoli pour les projections.

La salle C des moteurs à vapeur fait suite à l'amphithéâtre et mesure 30 mètres sur 9 ; elle renferme une turbine de Laval de 30 chevaux et quatre machines à pistons :

L'une *m* à triple expansion, de 150 chevaux, tournant à 110 tours, avec dispositifs de mesure pour toutes sortes de fonctionnement, à un, deux ou trois cylindres, avec surchauffe complète ou partielle, avec ou sans condensation, avec calage variable des manivelles, etc. ; elle actionne une dynamo *d* par courroie. Chaque cylindre est pourvu d'un type différent de distribution. Des canalisations complexes permettent d'utiliser de la vapeur plus ou moins surchauffée, de modifier le fonctionnement du condenseur, etc. ;

La deuxième machine *n* est verticale et compound, avec distribution par tiroirs et condenseur à mélange ; elle est couplée, soit avec la dynamo *d*, soit avec le dynamomètre hydraulique d'Amsler-Laffon représenté en *e* ;

Les deux autres machines horizontales *p* et *q*, moins importantes,

actionné par une turbine à vapeur, dont l'échappement fait fonction d'éjecteur et renforce l'efficacité du ventilateur, est installé en haut de la cheminée (fig. 2, pl. IX).

Au delà de la chaufferie D, deux petits laboratoires servent, l'un aux analyses de gaz, l'autre aux essais de turbines à vapeur.

Dans l'aile principale opposée à celle de l'amphithéâtre, se trouvent :

1° Une grande salle E, semblable à celle des machines à vapeur, et pourvue d'un pont roulant, qui renferme une pompe duplex à plongeurs, commandée par moteur à vapeur, et capable de refouler dans le réservoir aérien, soit sous 25 mètres de pression, 100 mètres cubes par heure. Elle peut aussi refouler dans le réservoir étanche situé à côté d'elle et y emmagasiner de l'eau à la pression de 10 kilogr. par centimètre carré, qui sert à actionner la turbine à haute pression installée dans la salle F.

Le moteur de la pompe peut également être débrayé et servir à d'autres essais. Un compresseur d'air, à vapeur, placé aussi dans la salle E, sert à refouler de l'air dans le réservoir.

2° Le laboratoire d'hydraulique occupant les salles F et G, avec turbine à haute pression *t*, pompe centrifuge *p*, pompe à grande vitesse *p*₁, dynamomètre *d*, canal pour mesures d'écoulement, turbines Francis et Jonval de 35 chevaux (chute 4 mètres, débit 800 litres-seconde), enfin turbine spiraloïde de même puissance, mais tournant à 175 tours

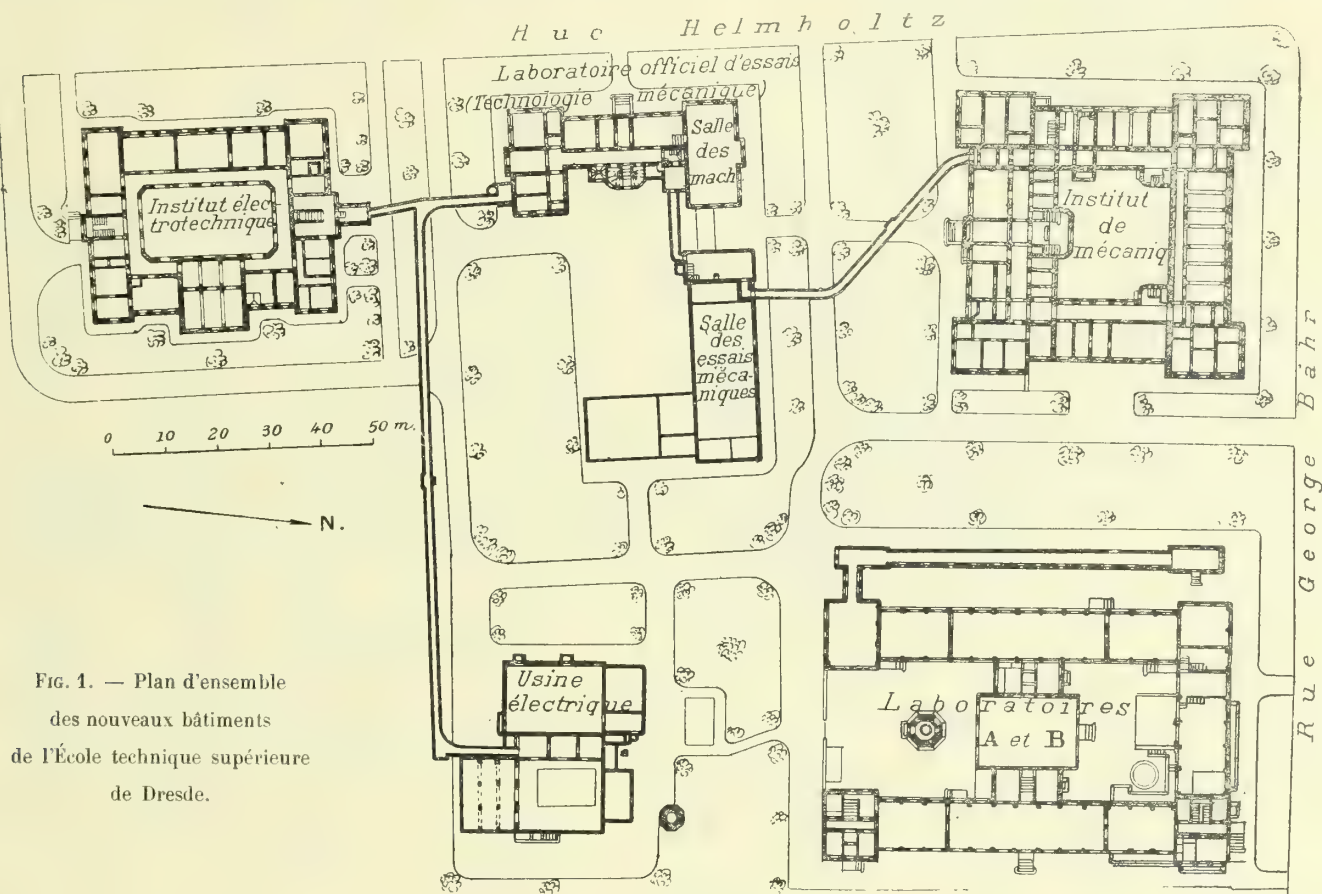


FIG. 1. — Plan d'ensemble des nouveaux bâtiments de l'École technique supérieure de Dresde.

sont, l'une compound avec cylindres en tandem, l'autre à simple expansion et à deux cylindres ; elles fonctionnent avec surchauffe et peuvent commander la dynamo *f*. On peut aussi disposer des freins sur les volants de toutes ces machines, qui sont munies des manomètres et indicateurs nécessaires aux mesures variées de puissance et de consommation.

La salle C possède un pont roulant à main de 6 tonnes.

Le bâtiment D des chaudières, qui vient ensuite, est précédé d'un atelier et d'une petite chaufferie avec chaudière à surchauffe *c* et surchauffeur *s*, munis d'appareils de mesures. La chaufferie principale renferme trois chaudières *c*₁, *c*₂, *c*₃ : la première est à foyer intérieur et ignitubulaire, avec surchauffeur ; la deuxième est aquatubulaire, avec émulseur Dubiau et surchauffeur ; la dernière est une chaudière ignitubulaire à retour de flamme étudiée par M. Lewicki, avec deux foyers mobiles et interchangeable. Une installation *i* sert au tarage à chaud des indicateurs, et une autre *j* au contrôle de l'alimentation des chaudières.

Le sous-sol de la chaufferie est occupé par une forge, un dépôt de charbon, un magasin, etc.

La cheminée commune aux trois chaudières, haute de 30 mètres, est située en dehors du bâtiment et renferme un escalier tournant qui donne accès au réservoir ; on peut y faire des mesures de température des gaz et de tirage. Pour modifier ce tirage, un ventilateur

au lieu de 110. L'eau s'écoule dans un canal de fuite d'environ 80 mètres de longueur et aboutit au bâtiment H des pompes centrifuges qui la remontent dans un canal supérieur de façon à la ramener aux turbines (fig. 3 et 4, pl. IX). Les mesures de vitesse et d'écoulement se font sur l'eau de ce canal.

Laboratoire B. — Le laboratoire B occupe, dans le même bâtiment, les salles I, J, K, L, M, N, P (fig. 1, pl. IX) ainsi que plusieurs salles du sous-sol et d'autres dans les étages.

La figure 2 indique la répartition des appareils dans le sous-sol : machines-outils dans les ateliers, moteurs à gaz et à vapeur, chaudières à vapeur, gazomètre et compteurs, etc.

Les nombreuses machines que renferment, soit les salles du sous-sol, soit celles du rez-de-chaussée, sont destinées aux essais ; elles sont commandées par des électromoteurs. Ces mesures sont facilitées, dans toutes les salles, par des horloges électriques munies d'une aiguille qui bat les secondes. Dans une cage d'escalier se trouve un manomètre à air libre de 14 mètres de hauteur, en tube d'acier avec tubes de lecture en verre, et indicateur commandé par un flotteur, dispensant au besoin des observations sur la colonne mercurielle elle-même.

Les instruments perfectionnés pour les mesures de températures, notamment les pyromètres électriques, sont réunis en grand nombre dans ce laboratoire.

Les principaux moteurs actuellement installés sont : un moteur à gaz horizontal Deutz (m_1) de 70 chevaux, fonctionnant au gaz de ville et au gaz pauvre, avec double régulation et volant très lourd ; un moteur Körting de 8 chevaux, fonctionnant au gaz, à l'essence, au pétrole, ou à l'alcool, un moteur Deutz (m_2) de 8 chevaux ; un autre (m_3) de 4 chevaux, vertical ; un moteur d'automobiles de Dion de 8 chevaux tournant à 1600 tours ; et d'autres moteurs de construction primitive, conservés comme documents.

Le freinage de ces moteurs se fait au moyen d'un appareil électromagnétique représenté schématiquement sur la figure 3 : les bobines b sont excitées par le courant du réseau général, avec intercalation d'un rhéostat de réglage qui gradue le frottement des sabots sur le volant ; ce frottement est équilibré par les poids ajoutés dans le plateau de la bascule.

L'installation pour la production du gaz pauvre comprend un gazogène Dowson, capable de donner 200 mètres cubes à l'heure, et ses accessoires (fig. 2) ; le gazomètre de 50 mètres cubes reçoit, suivant les cas, ce gaz pauvre ou du gaz d'éclairage.

Citons encore, parmi les appareils intéressants, dans la salle P (fig. 1, pl. IX), une machine frigorifique Linde à ammoniac et une machine à liquéfier l'air ; dans la salle I, un compresseur d'air à trois cylindres, avec double réfrigérant intermédiaire, actionné par un moteur électrique de 40 chevaux refoulant l'air à la pression

chines de traction, de 50 tonnes ; une machine Amsler-Laffon, de 25 tonnes, pour essais de traction et de torsion ; une presse Amsler-Laffon, de 150 tonnes ; une presse à béton Martens, de 300 tonnes une presse de 1000 tonnes, etc.

La salle des essais mécaniques (fig. 1) est destinée aux essais de fonctionnement des machines-outils, et comporte une fonderie, une forge, une menuiserie, une installation hydraulique (pompes, accumulateur, etc.), une installation électrique pour commander les machines en essais et celles du laboratoire lui-même, etc.

D'autres salles du pavillon d'entrée, moins importantes, sont réservées aux essais des matériaux de construction, notamment des ciments, et aux essais à basse température ; une petite machine frigorifique y est installée. Les autres sections, que nous avons énumérées plus haut, occupent les étages de ce même pavillon, ainsi que les bureaux et salles de conférences.

INSTITUT ÉLECTROTECHNIQUE. — L'Institut électrotechnique, fondé aussi en 1894, occupe le dernier bâtiment, sur la rue Helmholtz ; il donne l'enseignement relatif à toute l'électricité, sauf l'électrochimie et la télégraphie. Il renferme une grande salle de machines, des salles d'accumulateurs et de transformateurs, des ateliers d'entretien, des salles d'expériences, de dessin, et des laboratoires, deux amphithéâtres, une bibliothèque, enfin, des bureaux et logements.

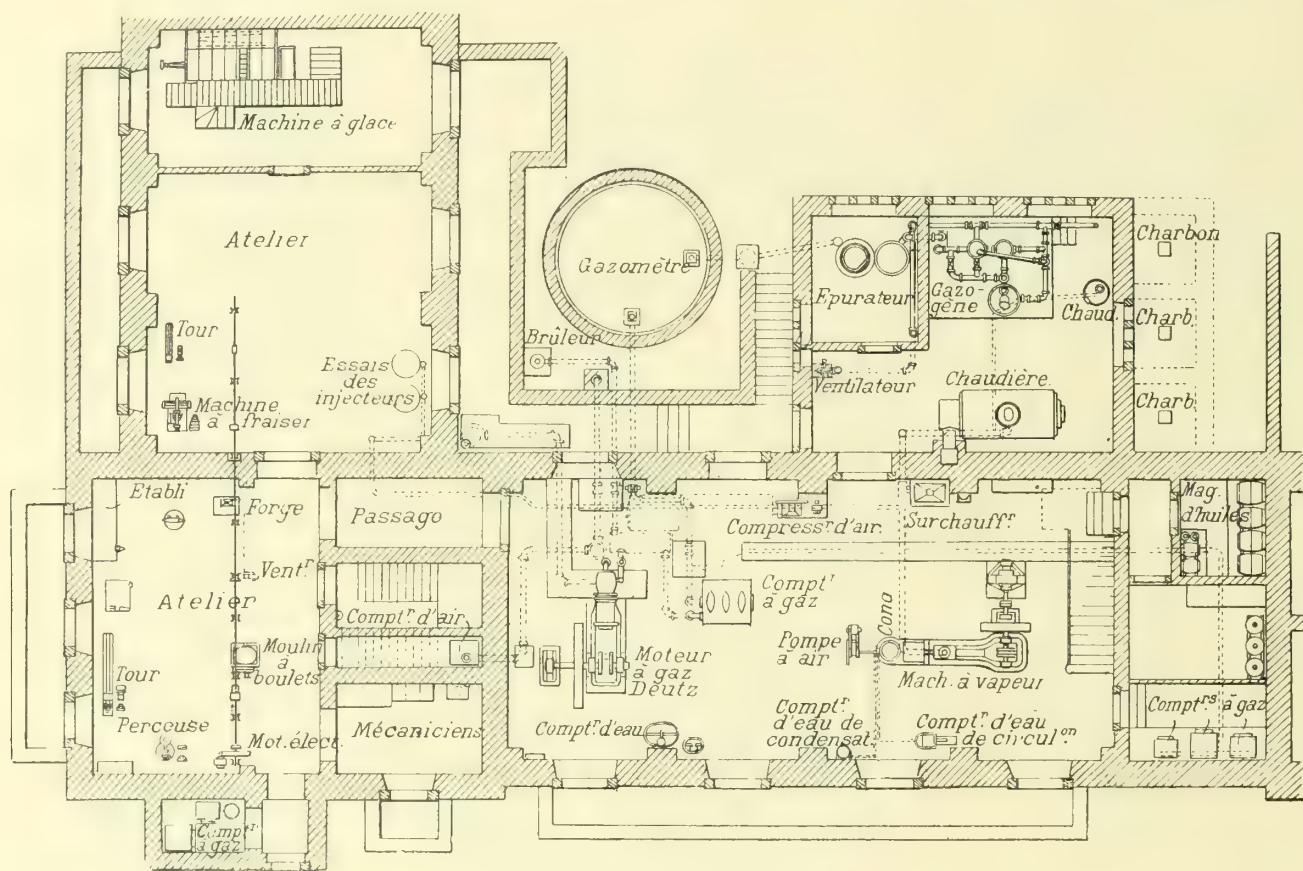


FIG. 2. — Plan du sous-sol du laboratoire B.

maximum de 100 kilogr. dans des réservoirs situés à côté de lui ; deux chaudières à vapeur (fig. 2) et une machine horizontale aménagée spécialement pour les recherches de thermodynamique, avec condenseur spécial, pompe à air commandée électriquement, etc.

Une monographie des laboratoires de l'École de Dresde, publiée par la *Zeits. des Ver. deutsch. Ing.*, du 27 mai, à laquelle nous empruntons ces renseignements, donne les résultats d'essais effectués sur quelques-unes de ces machines.

LABORATOIRE OFFICIEL D'ESSAIS (TECHNOLOGIE MÉCANIQUE). — Le laboratoire officiel d'essais du gouvernement saxon occupe (fig. 1) un bâtiment spécial sur la rue Helmholtz. Sa création à l'état de service distinct et concernant exclusivement les essais de matériaux de construction remonte à 1894. Installé en 1903 dans son nouveau et spacieux bâtiment, dont une aile sera construite ultérieurement, il comprend six sections : essais des métaux et pièces de machines ; des matériaux de construction ; des matières de graissage ; essais dynamométriques sur les installations et commandes de machines-outils et autres ; recherches chimiques ; métallographie.

Il dispose également d'ateliers de photographie, de salles de modèles, d'ateliers d'entretien, etc. La grande salle des machines (fig. 2) a 19^m 50 de longueur, 9^m 50 de largeur, et 6 mètres de hauteur ; elle renferme notamment : une machine Werder, de 100 tonnes, pour essais de traction, flexion, compression, cisaillement, etc. ; deux ma-

chines de traction, de 50 tonnes ; une machine Amsler-Laffon, de 25 tonnes, pour essais de traction et de torsion ; une presse Amsler-Laffon, de 150 tonnes ; une presse à béton Martens, de 300 tonnes une presse de 1000 tonnes, etc.

La salle des essais mécaniques (fig. 1) est destinée aux essais de fonctionnement des machines-outils, et comporte une fonderie, une forge, une menuiserie, une installation hydraulique (pompes, accumulateur, etc.), une installation électrique pour commander les machines en essais et celles du laboratoire lui-même, etc.

D'autres salles du pavillon d'entrée, moins importantes, sont réservées aux essais des matériaux de construction, notamment des ciments, et aux essais à basse température ; une petite machine frigorifique y est installée. Les autres sections, que nous avons énumérées plus haut, occupent les étages de ce même pavillon, ainsi que les bureaux et salles de conférences.

USINE ÉLECTRIQUE. — Les nombreuses machines à commande électrique réparties dans les différents laboratoires et ateliers que nous venons d'énumérer très sommairement, nécessitent une puissance d'environ 400 kilowatts ; il était, en même temps, naturel de réunir les services d'éclairage et de chauffage, et de créer, pour l'ensemble, une usine centrale ; la figure 1 en montre la situation. Elle comprend :

1° Deux chaudières ignitubulaires, de 130 mètres carrés de surface de chauffe chacune, avec foyers spéciaux, à grilles refroidies par de l'eau ; des surchauffeurs et des réservoirs de vapeur y sont adjoints. Ici encore, tous les appareils de mesures nécessaires à l'utilisation de ces chaudières pour l'enseignement des élèves ont été installés. La

vapeur est transportée dans les laboratoires, en vue du chauffage et des autres usages, par des canalisations posées dans des galeries souterraines formant corridors; l'eau de condensation revient aux chaudières, soit par la gravité, soit par un jeu de pompes, selon le niveau de chaque bâtiment. Des purgeurs, indicateurs de niveau, détendeurs, etc., sont montés sur ces conduites;

2° Une turbine à vapeur de Laval (150 chevaux) couplée avec une dynamo double de la maison Siemens-Schuckert (la turbine tourne à 13 000 tours, la dynamo à 1 000 tours; la pression de vapeur est 7^{kg} 5, et sa température, 300 degrés); plus, une turbo-dynamo Parsons semblable, mais tournant à 3 000 tours seulement, et construite par Brown, Boveri et C^{ie}.

L'installation électrique comprend encore : un survolteur, deux

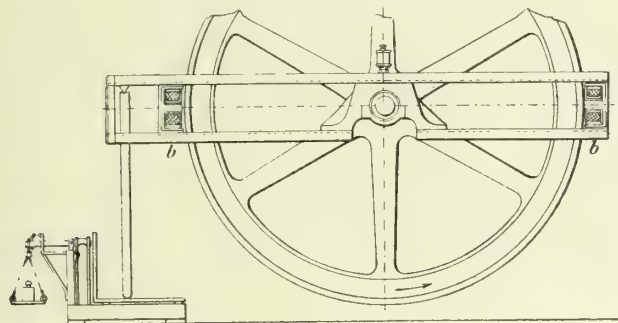


FIG. 3. — Frein électromagnétique pour essais de moteurs.

batteries d'accumulateurs installées à l'Institut électrotechnique, un tableau assez compliqué pour la distribution dans tous les bâtiments du courant continu sur réseau à trois fils (2×220 volts). Les canalisations sont en partie aériennes et en partie souterraines.

L'installation sera, plus tard, complétée en courant alternatif.

Cette usine électrique, avec sa cheminée haute de 45 mètres, et ses accessoires, a coûté 512 000 marks.

Au total, les nouvelles constructions de l'École technique supérieure de Dresde et des Instituts qui lui sont, en quelque sorte, réunis, représentent une dépense de 5 millions et demi de marks, accordés sans hésitation par le Gouvernement, et les travaux, entrepris dans l'automne de 1900, viennent de se terminer, il y a un mois, par l'inauguration de l'Institut électrotechnique. Aucun sacrifice, on le voit, ne semble trop grand, en Allemagne, pour perfectionner l'enseignement industriel et pour faciliter les recherches scientifiques dont l'industrie est appelée à bénéficier la première.

A. C.

MÉTALLURGIE

LES ALLIAGES DE CUIVRE

État actuel de nos connaissances théoriques et pratiques.

(Suite 1.)

II. BRONZES SPÉCIAUX. — On appelle bronze spécial un alliage qui contient, outre le cuivre et l'étain, un autre corps ajouté intentionnellement. Les bronzes contenant du zinc sont généralement regardés comme bronzes ordinaires. Il nous faudra toutefois étudier l'influence de ce métal.

Les principaux bronzes spéciaux sont : les bronzes au plomb, au phosphore, au manganèse, au silicium, à l'aluminium, et au vanadium.

Bronzes au zinc. — Nous avons vu que le zinc est souvent ajouté aux alliages cuivre-étain et qu'il entre même dans la composition de la plupart des bronzes ordinaires (fig. 1 et 2).

En faible quantité, le zinc permet de mieux allier les deux métaux cuivre et étain, d'obtenir des moulages plus parfaits et présentant moins de soufflures. Il est fort probable qu'il joue le rôle de désoxydant par formation d'oxyde de zinc.

D'après les recherches qui ont été faites sur les propriétés mécaniques, on peut dire que la résistance et la limite élastique sont très nettement élevées par une addition de zinc ne dépassant pas 2 %. Au delà, il y a une diminution très nette dans la ténacité et la dureté. D'après les résultats de nos essais sur des bronzes (Cu = 90, Sn = 10) dans lesquels nous avons substitué du zinc à l'étain, le zinc commence bien par augmenter la charge de rupture. Mais un certain pourcen-

tage (0,6 %) la diminue lentement, ainsi que la limite élastique, tandis que la dureté varie peu et que les allongements, les strictions, la fragilité restent constants (du moins jusqu'à l'alliage ne renfermant plus d'étain).

Au point de vue de la constitution, le zinc passe dans la solution α . Nous avons, dans le chapitre précédent, étudié ces alliages au point de vue industriel.

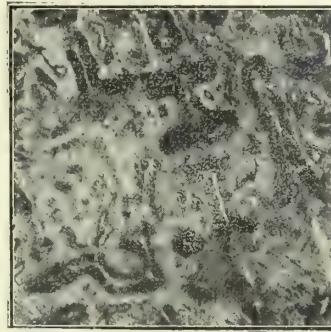


FIG. 1. — Bronze des Compagnies de l'État et du P.-L.-M. à 8 % Sn et 2 % Zn.

Grossissement : 200 diamètres.

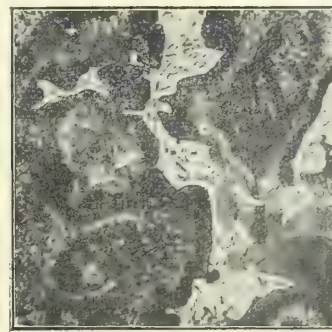


FIG. 2. — Bronze des Compagnies de l'État et du P.-L.-M. à 84 % Cu, 14 % Sn et 2 % Zn.

Grossissement : 200 diamètres.

Bronzes au plomb seul. — ÉTUDE THÉORIQUE. — Les bronzes au plomb, qui sont très employés depuis quelques années comme bronzes à coussinets, ont été étudiés, au point de vue théorique, par M. Charpy dans une étude sur les alliages antifrictions.

Le plomb, dont l'introduction dans le bronze a pour effet d'en augmenter la plasticité, ne s'allie pas avec ce bronze.

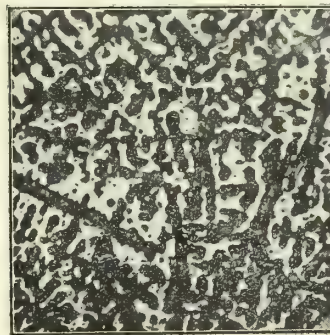


FIG. 3.

Bronze de la Compagnie de l'Est à 87,3 % Cu, 1,3 % Pb et 11,4 % Sn.

Grossissement : 50 diamètres.

Après simple polissage, on trouve des parties noires à contours arrondis qui sont formées par le plomb (fig. 3). Si l'on fait subir à l'alliage l'attaque ordinaire des bronzes, on trouvera des dendrites ordinaires dont nous avons déjà parlé, entourées d'un eutectique, et le plomb formant les taches noires. Il doit rentrer très peu de ce métal dans les dendrites.

Mais si l'on examine le métal sous un éclairage oblique, on voit bien que ces taches noires comprennent également de petites soufflures, dont les parois sont très brillantes et semblent bordées de petits cristaux de plomb.

D'ailleurs ce phénomène s'explique très aisément par la vaporisation partielle du plomb au milieu de l'alliage. Il ne se produit que lorsqu'on coule l'alliage à trop haute température.

ÉTUDE INDUSTRIELLE. — La fabrication des bronzes au plomb ne présente en elle-même aucune difficulté. On fond le cuivre, les déchets, l'étain, et enfin on ajoute le plomb. La seule précaution à prendre est de couler le bronze au plomb, lorsqu'il est à l'état pâteux. Mais il se produit au moment du refroidissement un phénomène de liquation particulièrement accentué. Ceci s'explique d'ailleurs très bien par ce fait que le plomb, ne se combinant pas, ne commence à se solidifier qu'à 325 degrés et, grâce à sa forte densité, tend à descendre dans la masse pâteuse.

Ce phénomène est tellement net que si l'on coule un jet de bronze renfermant plus de 7 % de plomb, si on le brise et l'expose à une atmosphère sulfhydrique, on voit se dessiner très rapidement un anneau noir très prononcé, le reste du métal ne se colorant qu'en brun.

Voici d'ailleurs les analyses que nous avons faites d'un bronze au plomb dont la composition à la mise au creuset était : Cu = 85 ; Pb = 8 ; Sn = 8, et qui avait été refroidi normalement.

La prise d'échantillon faite sur les bords a donné : Cu = 82,75 ; Pb = 9,23 ; Sn = 8,31.

La prise d'échantillon faite au centre a donné : Cu = 83,67 ; Pb = 7,42 ; Sn = 8,32.

On voit qu'il y a une liquation extrêmement nette et que l'alliage contient beaucoup plus de plomb aux bords qu'au centre. L'action semble uniformément répartie dans la masse.

Nous avons cherché à définir par quelques essais l'influence du plomb. A cet effet, nous sommes partis du bronze d'engrenages ou bronze à canons (Cu = 90 ; Sn = 10 ; Zn = traces) dans lequel nous

(1) Voir le Génie Civil, t. XLVII, n° 8, p. 126.

avons substitué au cuivre du plomb en quantités de plus en plus importantes. Ces essais permettent de conclure que :

1° Le plomb diminue peu à peu la charge de rupture et la limite élastique, les allongements et striction; il n'augmente pas la fragilité; il diminue lentement la dureté;

2° Des teneurs en plomb supérieures à 3 % amènent une rapide diminution de la charge de rupture qui tombe aux environs de 14 kilogr. et de la limite élastique qui atteint la valeur de 8 kilogr. Simultanément les allongements et les striction baissent ainsi que la dureté, tandis que la fragilité s'accroît beaucoup;

3° A partir d'une certaine teneur en plomb (environ 7 %), on trouve les mêmes résultats dans les essais mécaniques; cela s'explique par la liquation qui rend la teneur en plomb de l'intérieur du barreau, c'est-à-dire, en somme, de l'éprouvette sensiblement constante.

Le bronze du type : Cu = 84, Sn = 8, Pb = 8, Ph = traces, a donné de bons résultats comme métal à frottement.

Les bronzes au plomb sont utilisés comme métal à frottement; ils offrent une plasticité beaucoup plus grande que les bronzes ordinaires. Mais le phénomène de liquation que nous venons d'indiquer est très nuisible à leur emploi. En effet, on ne saurait, dans les conditions de refroidissement ordinaire, avoir un métal homogène. Or on peut, suivant le cas, usiner plus ou moins profondément les pièces moulées en ce bronze : on ne sait donc jamais exactement la teneur en plomb de la surface qui frotte. C'est là, évidemment, un très gros inconvénient.

Bronzes au plomb et au nickel. — On a cherché à remédier à ce grave défaut par l'addition de nickel dans le bronze au plomb et on a atteint ainsi les meilleurs résultats, non seulement en évitant la ségrégation, mais aussi en obtenant la possibilité d'augmenter, d'une façon énorme, la quantité de plomb contenu.

Ces bronzes ont été lancés, il y a quelques années, aux États-Unis; ils commencent à être très employés en France où ils ont donné, aussi bien dans les chemins de fer que dans les constructions mécaniques, les meilleurs résultats. Peut-être, d'ailleurs, n'est-il pas juste de les appeler bronzes, étant données leurs teneurs relativement faibles en cuivre et en étain. Voici, d'ailleurs, leur composition la plus ordinaire : Cu = 64, Pb = 30, Sn = 5, Ni = 1.

Un tel bronze n'est pas homogène; mais, au contraire de ce qui se passe pour les bronzes au plomb ordinaires, la teneur en plomb est plus forte à l'intérieur de la pièce qu'à l'extérieur. Le nickel et l'étain semblent uniformément répartis; le cuivre est, au contraire du plomb, en plus forte quantité à l'extérieur qu'à l'intérieur.

Ce phénomène s'explique de la façon suivante :

Le nickel, ne se combinant ni au cuivre, ni à l'étain, se solidifie très rapidement et forme une espèce de réseau qui force, en quelque sorte, le plomb à gagner l'intérieur alors qu'il est encore à l'état liquide.

Nous avons voulu étudier des alliages basés sur le même principe, mais à plus haute teneur en plomb, et voir jusqu'à quelle teneur de ce métal on pouvait aller sans avoir à craindre de liquation caractérisée par une plus grande teneur en plomb à l'extérieur qu'à l'intérieur. Nous avons fait couler successivement les alliages suivants en jet de 20 millimètres de diamètre :

- 1° Cu = 59 Pb = 35 Ni = 1 Sn = 5 %
2° Cu = 54 Pb = 40 Ni = 1 Sn = 5 %.

Si l'on vient à sectionner ces jets suivant leur longueur, on trouve un métal absolument hétérogène; on voit, en effet, un cône qui renferme du plomb sensiblement pur, dont la base au bas du lingot (dans le sens de la coulée) en occupe à peu près toute la surface, et dont le sommet est aux deux tiers environ de la hauteur. Ce phénomène est extrêmement net dans le bronze à 35 %.

On ne peut donc pas augmenter la proportion de plomb au delà de 30 %.

Bronzes au phosphore. — ÉTUDE THÉORIQUE. — Cette étude est encore loin d'être complète. De Ruolz et de Fontenay, en 1853, d'une part, et Parker, en 1858, d'autre part, ont montré qu'une addition de phosphore faite au bronze améliore sensiblement ses propriétés.

Le phosphore n'agit pas par sa présence, mais bien par son rôle désoxydant. Il réduit, en effet, les oxydes de cuivre et d'étain et particulièrement l'oxyde de cuivre qui est très nuisible. Il se forme alors de l'acide phosphorique, qui s'unit aux oxydes métalliques, pour donner un laitier qui vient surnager et que l'on peut enlever aisément.

M. Guillemin a présenté une remarquable note sur la métallographie microscopique des alliages de cuivre à la Commission des Méthodes d'essais, en 1892. Il y a montré que le phosphore produit un quadrillage absolument caractéristique et souvent même une sorte de feuille de fougère ou de branche de sapin qu'il est difficile de confondre avec une autre microstructure.

La présence, dans un bronze phosphoreux, d'une proportion de zinc égale ou supérieure à 4 %, rend moins nette et moins lisible la réaction micrographique du phosphore. Mais il suffit de refondre

la prise d'essai pour vaporiser une partie du zinc et faire réapparaître le quadrillage caractéristique du phosphore.

Dans les essais micrographiques que nous avons faits sur les bronzes phosphoreux, nous avons noté que le phosphore paraît entrer dans la solution α .

ÉTUDE INDUSTRIELLE. — Fabrication. — On n'ajoute jamais directement le phosphore à l'alliage cuivre-étain fondu. Mais on prépare, dans une première opération, un alliage de cuivre et de phosphore, ou d'étain et de phosphore, que l'on ajoute en quantités convenables.

La fusion se fait dans l'ordre suivant : cuivre-déchets (s'il y a lieu), étain, zinc (s'il y a lieu); puis on sort le creuset du four et, après avoir écumé, on ajoute le phosphore en remuant avec grand soin. On écume à nouveau et l'on coule.

Le principe essentiel de la fabrication des bronzes phosphoreux est de ne pas ajouter un excès de phosphore, lequel, nous le verrons, ne présente que des inconvénients. Il faudrait pouvoir calculer aussi exactement que possible la quantité de phosphore nécessaire pour réduire les oxydes formés pendant la fusion. Le phosphore de cuivre, plus usité que le phosphore d'étain, est généralement à 8 ou 10 % de phosphore, rarement à 15 %.

La refonte du bronze phosphoreux ne présente aucune difficulté particulière. La présence du phosphore diminue sensiblement les pertes en étain. Si, dans la première coulée du lingot, il n'a été mis que la quantité exactement nécessaire pour détruire les oxydes, il faudra, au moment de la deuxième fusion, ajouter une nouvelle quantité de phosphore. Lorsqu'on coule un bronze phosphoreux à trop haute température, il *roche* pendant la solidification.

Propriétés. — D'après ce que nous venons de dire sur le rôle épurateur du phosphore, on conçoit aisément que, ce corps n'étant pas en excès, les propriétés des bronzes phosphoreux sont celles, améliorées, des bronzes ordinaires dont ils découlent.

Si l'on ajoute un excès de phosphore, la résistance et la malléabilité décroissent assez vite. La présence de légères traces de phosphore ne diminue nullement la ductilité du métal; au contraire, elle l'augmente plutôt par destruction des oxydes métalliques.

Nous avons étudié un grand nombre de bronzes phosphoreux en préparant une série d'échantillons de bronze du type : Cu = 90; Sn = 10; Zn = traces, dans lesquels nous avons incorporé des doses de plus en plus fortes de phosphore. Les résultats montrent que :

1° Le phosphore commence par augmenter la charge de rupture et cela tant qu'il n'y en a que des traces;

2° Dès que la teneur en phosphore dépasse 0,1 %, la charge de rupture et la résistance au choc s'abaissent, ainsi que les allongements et la striction dont les diminutions sont très rapides, tandis que la limite élastique et la dureté restent sensiblement constantes.

Nous verrons plus loin l'intérêt que présente le bronze phosphoreux comme métal à frottement.

Utilisation. — Actuellement, il y a bien peu de bronzes pour constructions mécaniques qui n'aient été traités par le phosphore de cuivre. Mais il arrive fort souvent que, le phosphore ne se trouvant qu'à l'état de traces, le molybdate d'ammoniaque, réactif cependant très sensible, donne à peine la coloration jaune du phospho-molybdate, caractéristique de la présence du phosphore.

Au point de vue de leur utilisation, les bronzes phosphoreux doivent donc être subdivisés comme les bronzes ordinaires pour constructions mécaniques. En voici les principaux types :

Bronze pour laminage, étirage, fabrication des fils :

Cu = 95 à 46 Sn = 5 à 4 Ph = 0,1.

(Nous indiquons le phosphore en plus du mélange pour 100 de cuivre et d'étain, lorsqu'il ne s'agit que de traces).

Bronze pour soupapes, accessoires de machines à vapeur, etc. :

Cu = 93 Sn = 7 Ph = 1,5 à 2.

Bronze pour engrenages :

Cu = 89 à 90 Sn = 11 à 10 Ph = traces.

Le même métal peut être employé pour des fusées d'axe, des cylindres de pompes à vapeur, etc.

Le tableau ci-dessous résume nos analyses de quelques bronzes d'engrenages de marques françaises et étrangères, notamment anglaises.

N°s	Cu	Sn	Ph	Zn	Pb	Fe	As	Mn
1	87,60	11,37	0,21	"	traces	0,26	"	"
2	89,15	10,33	0,09	0	0	0,10	"	"
3	89,17	10,10	0,06	0	0	0,10	0,02	traces
4	89,26	9,93	1,03	0	0	0,13	"	"
5	91,78	8,89	traces	"	"	0,20	"	"

Dans nos expériences, les n°s 1, 2 et 3 ont donné de très bons résultats; le n° 4 s'est brisé dès les premiers chocs (ceci doit être attribué à

la présence du phosphore en excès rendant le bronze brisant et dur). Le n° 5 a été mis assez rapidement hors d'usage, mais ici les dents se déformaient, la dureté de l'alliage ne semblait pas suffisamment grande. En résumé, le type qui semble le plus convenable pour les engrenages est bien celui que nous avons indiqué ci-dessus.

Bronzes pour coussinets. — Les bronzes pour coussinets se ramènent généralement au type suivant :

Cu = 82 à 86 % Sn = 18 à 14 % Ph = traces à 0,75 %.

Plus le métal renferme d'étain et de phosphore, plus grande est sa dureté. On utilise parfois des métaux plus riches en cuivre. C'est ainsi que nous avons rencontré des coussinets employés en Angleterre correspondant aux deux types :

Cu = 88,19 Sn = 10,95 Ph = 0,88 Zn = 0,20 As = 0,008 Fe = traces Pb = traces.
Cu = 90,05 Sn = 9,25 Ph = 0,23 Zn, As, Fe, Pb = traces.

Bronzes au manganèse. — Il ne faut confondre le bronze au manganèse, ni avec les laitons au manganèse, qui sont toujours vendus sous ce nom, ni avec les alliages cuivre-manganèse employés pour les entretoises de foyers de locomotives.

Nous appellerons bronzes au manganèse des alliages de cuivre et d'étain renfermant de faibles quantités de manganèse. Les laitons qui renferment du cuivre, du zinc et des quantités souvent importantes de manganèse (jusqu'à 6 et même 7 %) seront étudiés au chapitre des laitons spéciaux. Nous n'envisagerons donc ici que les alliages de cuivre et d'étain renfermant du manganèse. Disons de suite qu'ils sont d'un usage peu fréquent.

On pourrait croire que le rôle du manganèse se rapproche de celui du phosphore, c'est dire qu'il joue l'office de réducteur comme dans la sidérurgie. Il paraît n'en rien être. Il a été fait de nombreux essais de bronzes contenant de 2 à 10 % d'étain dans lesquels on ajoutait des quantités connues et parfaitement dosées de manganèse ; on les retrouvait intégralement après la coulée. Mais le manganèse augmente la charge de rupture et les allongements. D'après les essais micrographiques, il paraît se porter sur la solution α tout comme le zinc.

Nous ne parlons pas ici de la fabrication proprement dite du bronze au manganèse, elle est semblable à celle des laitons que nous décrivons plus loin.

Nous avons fait une étude systématique de l'influence du manganèse sur le bronze renfermant :

Cu = 90 Sn = 10 Zn = traces,

en y substituant le manganèse au cuivre.

COMPOSITION				PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES					
Cu	Sn	Mn	Zn (1)	R	E	A %	Σ	Choc	Dureté
90,93	8,82	0	0,25	24,6	9,3	23	43,7	5	63
87,64	10,41	1,67	0,28	21,5	10,4	20	42	3	51
89,38	8,31	2,02	0,29	16,4	9,8	7,3	45,2	4	60
82,84	9,34	6,84	0,98	N'a pu être obtenu sain.					

(1) Dosé par différence.

Ces essais montrent bien que le manganèse commence par augmenter la charge de rupture et surtout les allongements.

Mais dès que la teneur en manganèse dépasse 2 %, il y a une baisse rapide de la charge de rupture, aussi bien que des strictions et des allongements, ces derniers devenant nuls pour une teneur de 6 % environ. La dureté n'est pas sensiblement accrue et la fragilité ne diminue pas rapidement.

Les types de bronzes au manganèse industriels renferment 1 % de ce métal. On fait aussi, comme bronzes d'engrenages et comme bronzes de frottement, des bronzes mangano-phosphoreux ne contenant que des traces de manganèse et de phosphore.

Bronzes au manganèse et au phosphore. — Nous venons de dire que le manganèse ne semblait pas jouer le rôle de désoxydant : on conçoit donc aisément que l'on ait songé à faire des bronzes qui soient épurés par le phosphore et qui renferment du manganèse.

La méthode à utiliser est toujours la même : l'addition de phosphore de cuivre doit être telle qu'il ne reste après la coulée que des traces de phosphore. Le manganèse peut s'élever à 1 % environ. On a apprécié tout particulièrement pour les hélices un bronze ayant pour composition :

Cu = 92 Sn = 8 Zn = 3 Mn = 0,5 Ph = traces (total 103,50).

Un tel bronze est ordinairement très sain ; il n'en est plus ainsi si l'on supprime le zinc.

Lorsque la teneur en cuivre tombe au-dessous de 90 %, le bronze est moins malléable que lorsqu'il ne contient pas de manganèse. Le contraire est à noter pour les alliages renfermant plus de 90 % de cuivre.

Bronzes au silicium. — ÉTUDE THÉORIQUE. — Le silicium joue dans le bronze le même rôle que le phosphore ; il réduit les oxydes métalliques en donnant de la silice, qui, avec les oxydes subsistant, forme des silicates fusibles.

Il ne faut pas confondre les bronzes au silicium avec le cuivre silicié.

ÉTUDE INDUSTRIELLE. — Fabrication. — Ces alliages sont obtenus en ajoutant avant la coulée la dose convenable de cupro-silicium. Celui-ci peut contenir 10 à 20 % et même 50 % de silicium ; nous en étudierons, dans un chapitre suivant, la constitution et la fabrication. La dose de cupro-silicium à ajouter doit être calculée de façon que le silicium ne serve que comme épurateur.

Propriétés. — Le silicium apporte les mêmes propriétés que le phosphore. Le bronze silicié offre une conductibilité élevée, une grande résistance à la rupture et à l'action chimique de l'air, de l'humidité, etc.

Dans le rapport déjà cité, M. Guillemain donne l'exemple d'un bronze affiné par le silicium et n'en renfermant que des traces. Il avait pour composition :

Cu = 89 Sn = 9 Zn = 1,5 Pb = 0,5 Si = traces.

Les propriétés mécaniques étaient :

R = 27 E = 16 A % = 20.

Bronzes à l'aluminium. — ÉTUDE THÉORIQUE. — Il ne faut pas confondre les bronzes à l'aluminium et les bronzes d'aluminium. Ces derniers sont des alliages de cuivre et d'aluminium, tandis que les bronzes à l'aluminium sont des alliages de cuivre et d'étain dans lesquels on a incorporé des quantités plus ou moins importantes d'aluminium. Il est bien évident que le principal rôle de cet aluminium est de réduire les oxydes.

L'étude micrographique que nous avons faite de ces alliages nous a montré que l'aluminium semble se porter sur la solution α tout comme le zinc et le manganèse. Le bronze dans lequel on introduit de l'aluminium semble même à plus faible teneur en cuivre qu'il ne l'est en réalité.

ÉTUDE INDUSTRIELLE. — Fabrication. — La fabrication est semblable à celle des laitons à l'aluminium qui sera décrite plus loin. Mais ici la quantité d'aluminium ajoutée ne doit servir que d'épurateur.

Propriétés. — Dans son rapport à la Commission des Méthodes d'essais, M. Guillemain cite les propriétés d'un bronze épuré à l'aluminium. La composition est :

Cu = 89 Sn = 9 Zn = 1,5 Pb = 0,5 Al = traces.

Il a donné :

R = 31 E = 15 A % = 43.

Nous avons étudié quelques bronzes à l'aluminium préparés en partant du type : Cu = 90, Sn = 10, dans lesquels nous avons substitué à l'étain des quantités de plus en plus importantes en aluminium.

Ces expériences ont montré que des traces d'aluminium n'ont pas grande influence sur les propriétés mécaniques du bronze. Dès que la teneur en aluminium atteint 0,5 à 1 % la charge de rupture descend très brusquement, ainsi que la limite élastique. Les allongements et les strictions sont extraordinairement faibles ; la fragilité augmente très rapidement. La dureté est peu influencée par l'aluminium qui semble cependant durcir un peu les bronzes.

On doit donc conclure de ces essais que l'aluminium est un métal nuisible aux propriétés des alliages cuivre-étain.

Bronzes au chrome et au tungstène. — On a fait en Allemagne, croyons-nous, quelques essais sur les bronzes au chrome et au tungstène ; ils n'ont pas donné de résultats. Voici l'analyse de deux échantillons que nous avons recueillis dans ce pays :

Cu = 84,25 Sn = 14,00 Cr = 1,75 Zn = traces Ph = traces.

Cu = 82,50 Sn = 15,50 W = 1,50 Zn = 0,50 Ph = traces.

Ces bronzes, essayés au frottement sur acier demi-dur non trempé, avaient donné de plus mauvais résultats que les bronzes ordinaires de frottement. En les observant au microscope, nous avons pu mettre en évidence le chrome et le tungstène.

Bronzes au vanadium. — Les bronzes au vanadium ont été encore très peu étudiés. Dans une étude publiée (1) par M. Baxérès, en 1901, il était bien indiqué que les bronzes vanadiés donnaient 71 kilogr. de charge de rupture et 12 % d'allongement, mais il n'y était pas joint de résultats d'analyses. Nous examinerons, à propos des alliages de cuivre et de vanadium, les grosses difficultés que présente leur fabrication.

Autres bronzes. — Nous ne pouvons clore ce chapitre sans dire un mot des essais qui ont été faits en Allemagne sur les bronzes au fer,

(1) BAXÉRÈS, *Revue Minière et Métallurgique des Ingénieurs*, Madrid, 1901.

lancés sous le nom de bronzes acierés. Ces essais ont porté sur des bronzes à frottement et sur des bronzes soumis au choc.

Les bronzes au fer n'ont pas donné, assure-t-on, de bons résultats et nous n'en avons eu aucun échantillon entre les mains.

Conclusions. — En résumé, les principaux bronzes spéciaux actuellement utilisés sont, en dehors des bronzes au zinc :

1° Les bronzes au plomb, où le plomb garde sa personnalité et vient aider considérablement le frottement en agissant comme corps gras;

2° Les bronzes au plomb et au nickel, qui ont une très haute teneur en plomb, et dont le nickel a pour but, disait-on, d'empêcher la ségrégation du plomb, ce qui paraît absolument faux d'après nos recherches;

3° Les bronzes au phosphore, au manganèse, au silicium, et à l'aluminium, qui sont, en somme, des bronzes épurés, ces produits n'intervenant que comme réducteurs.

LÉON GUILLET,
Docteur ès Sciences,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

(A suivre.)

LÉGISLATION

LE DÉPÔT DES STATUTS DES SYNDICATS PROFESSIONNELS

Tous les syndicats professionnels, qu'ils soient ouvriers, patronaux ou mixtes, sont tenus de déposer leurs statuts et les noms de ceux qui, à un titre quelconque, sont chargés de l'administration ou de la direction.

Cette formalité a pour but de certifier que les membres dirigeants appartiennent bien à la profession ou métier qui fait l'objet du syndicat, et, en outre, qu'ils sont Français et jouissent de leurs droits civils, conformément aux exigences de la loi.

La matière a été réglée par l'article 4 de la loi du 21 mars 1884 relative à la création des syndicats professionnels et par diverses circulaires ministérielles qui en donnent le commentaire.

Le dépôt des statuts doit être fait par les fondateurs, qui, d'ailleurs, sont autorisés à se réunir librement tant que la constitution du syndicat n'est pas un fait accompli.

Le projet que le Gouvernement avait déposé à la Chambre des députés, le 22 novembre 1880, exigeait que, pour tout syndicat, quinze jours avant son fonctionnement, les fondateurs déposassent les statuts (*Dalloz*, 1884-3-131, note 3). Mais le texte définitif a supprimé cette indication de délai, et l'obligation du dépôt des statuts n'est prescrite aux syndicats qu'après leur formation. (Circ. min. Int., 25 août 1884.)

A cet égard, il a été jugé que, dans le silence de la loi du 21 mars 1884, relativement au délai dans lequel les statuts des syndicats professionnels doivent être déposés, l'obligation d'opérer ce dépôt n'existe à la charge des fondateurs qu'à partir du jour où les statuts ont été votés par l'assemblée générale, car le syndicat n'a d'existence légale qu'à partir de ce moment. Spécialement, il n'y a pas d'infraction à la loi dans le fait par les fondateurs d'un syndicat professionnel d'avoir opéré le dépôt des statuts le surlendemain de leur adoption par l'assemblée générale, alors que le lendemain du jour de la réunion de cette assemblée était un dimanche. (Trib. correc. Laval, 15 mars 1905, *Gazette des Tribunaux*, n° du 8 avril 1905.)

Le dépôt a lieu à la mairie de la localité où le syndicat est établi, et, à Paris, à la Préfecture de la Seine. Toute personne est admise à en prendre connaissance. (Circ. min. Int., 25 août 1884.)

Ce dépôt doit être renouvelé à chaque changement de la direction ou des statuts; mais, il a été jugé qu'il n'est pas nécessaire de déposer les délibérations qui, au lieu de changer les directeurs, les maintiennent en fonctions pour une nouvelle période de temps. (Cour d'Amiens, 13 mars 1895, *Dalloz*, 95-2-553.)

Les pièces diverses dont le dépôt est exigé n'ont pas besoin d'être établies sur papier timbré; elles sont exemptes du droit et de la formalité du timbre. Il est également inutile que le dépôt des statuts ou des noms des directeurs et administrateurs soit accompagné d'une déclaration spéciale; ne sont pas nécessaires non plus ni l'impression des statuts ni une publicité quelconque dans les journaux. Toutefois, c'est en double exemplaire que le dépôt doit être fait, et il faut que les statuts, afin que l'authenticité en soit bien établie, portent la certification et la signature du président et du secrétaire du bureau du syndicat. (Circ. min. Int. du 25 août 1884; déc. min. Finances, du 21 juillet 1884; Instruction de l'Adm. de l'Enregistr. du 25 mars 1885.)

Le dépôt est constaté par un récépissé, établi sur papier libre, qui est exigible immédiatement.

Au surplus, dans chaque mairie, est tenu un registre spécial où sont mentionnés, à leur date, les dépôts des statuts de chaque syndicat, les noms des administrateurs ou directeurs, ainsi que la délivrance du récépissé. Ce registre fait foi de l'accomplissement des formalités; il permet de remédier à la perte possible du récépissé de dépôt. (Circ. min. Int., 25 août 1884.)

Communication des statuts doit être donnée, par le maire ou par le préfet de la Seine, suivant les lieux, au procureur de la République.

Si, lorsque le procureur de la République reçoit cette communication, il remarque que le syndicat s'est constitué en dehors des conditions légales, il doit en rendre compte au procureur général, qui prend les instructions de la Chancellerie. (Circ. min. Justice des 15 septembre 1884 et 9 décembre 1889.)

Les infractions aux formalités du dépôt sont poursuivies contre les directeurs ou administrateurs des syndicats, et punies d'une amende de 16 à 200 francs. Au cas de fausse déclaration relative aux statuts et aux noms et qualités des administrateurs ou directeurs, l'amende peut être portée à 500 francs. Les tribunaux peuvent, en outre, à la diligence du procureur de la République, prononcer la dissolution du syndicat (loi 21 mars 1884, art. 9).

Il faut ajouter que les unions de syndicats professionnels, prévues et autorisées par l'article 5 de la loi du 21 mars 1884, doivent elles-mêmes, dans les formes et conditions déterminées ci-dessus, faire connaître à part les noms des syndicats qui les composent, les statuts spéciaux qu'elles peuvent s'être donnés, les noms de ceux qui sont chargés de les administrer et de les diriger, ainsi que le lieu où elles doivent avoir leur siège. (Circ. min. Int., 25 avril 1884.)

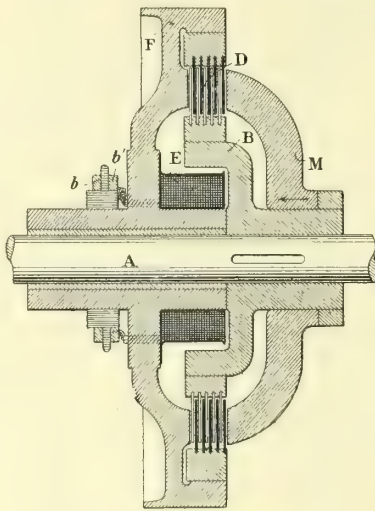
LOUIS RACHOU,
Docteur en droit,
Avocat à la Cour d'appel de Paris.

VARIÉTÉS

Embrayage électromagnétique à disques.

Dans les embrayages électromagnétiques ordinaires, le frottement qui détermine l'entraînement se produit généralement entre les surfaces polaires. Dans l'embrayage que représente la figure ci-dessous, et qui a été établi par la Williams Electric Machine Co, les surfaces de frottement sont différentes de celles entre lesquelles se produit l'attraction magnétique, et elles sont formées d'une série de disques, comme dans les embrayages à disques multiples.

On voit en D ces disques, dont une moitié entre librement sur les clavettes intérieures de la poulie folle F, l'autre moitié étant solidarisée de la même façon avec la pièce B, clavetée sur l'arbre A. Le passage du courant dans l'enroulement E a pour effet d'attirer l'armature M dans le sens de la flèche et d'appuyer les uns sur les autres les deux systèmes de disques.



Coupe verticale de l'embrayage à disques.

Le effort total transmis, pour une pression donnée, étant proportionnel au nombre de disques, on arrive ainsi à une très faible consommation d'énergie dans l'enroulement; un embrayage de 15 chevaux à 300 tours n'absorbe que 30 watts. Le courant est amené par deux bagues isolées b, b'.

Le faible effort nécessaire permet d'employer un circuit magnétique peu saturé, et de faire travailler ainsi le fer dans la région où les inductions sont à peu près proportionnelles au courant magnétisant. L'emploi d'un rhéostat en série avec l'embrayage donne ainsi le moyen de régler exactement l'effort dans de larges limites et d'obtenir des démarrages progressifs.

En maintenant un petit entrefer dans le circuit magnétique, on facilite le débrayage en réduisant le magnétisme résiduel.

L'appareil est ordinairement construit avec une enveloppe qui permet de le faire fonctionner entièrement dans l'huile.

Appliqué à un tour, ce système d'embrayage est ordinairement monté en triple sur le renvoi : les deux premiers servent, l'un pour la marche directe, l'autre pour la marche inverse du tour. Le troisième sert de frein. Le permutateur, monté sur le tablier du chariot, communique, par câble souple, avec les organes à commander. Les contacts de ce permutateur sont disposés de façon que le frein se trouve entre les deux embrayages, de sorte qu'il provoque l'arrêt rapide avant le renversement de marche.

Le frein présente une autre utilité : il sert à bloquer le tour pour y monter une pièce, y visser un mandrin, etc.

Le chemin de fer de Tsing-tao à Tsi-nan-fou (Chine).

Les progrès de l'Allemagne dans la province chinoise du Chantoung, dont le *Génie Civil* a signalé autrefois ⁽¹⁾ les premiers travaux d'installation autour de la baie de Kiao-tchéou, continuent à se manifester par l'achèvement de la ligne de Tsing-tao à Tsi-nan-fou (destinée à se souder plus tard à une grande ligne Tien-tsin-Nankin), par l'aménagement du port de Tsing-tao, et par l'étude des richesses naturelles du pays, dont la figure 2, empruntée à la *Zeits. des Ver. deutsch. Ing.*, du 29 avril, donne la carte générale.

Depuis l'ouverture, en juin dernier, de la dernière section de la ligne (395 kilom., non compris 45 kilom. pour l'embranchement de Poschan), le trafic s'est élevé à 12 000 ou 15 000 voyageurs par semaine et le tonnage des marchandises est passé, d'une année à l'autre, de 27 000 à 88 000 tonnes (pour des périodes de neuf mois).

La figure 1 montre l'état actuel du port de Tsing-tao, largement desservi par des embranchements de la voie ferrée, et susceptible de recevoir à quai huit grands vapeurs à la fois. Entre les deux môles, qui ont été terminés l'année dernière, on a conservé un appontement métallique précédemment construit, et terminé par un ponton de 40 mètres de longueur, qui sert aussi au déchargement des navires.

Les dragages pour le dock flottant sont très avancés et ce dock pourra être mis prochainement en service. Il comprend cinq compartiments et possède une capacité de 16 000 tonneaux, avec une longueur de 125 mètres; il pourra donc recevoir de grands navires de guerre. Tous les engins y sont manœuvrés électriquement. Un petit môle greffé sur la digue principale le protégera contre la houle.

Le chenal a été dragué à la profondeur de 10^m 50, aussi bien que la darse comprise entre les deux môles, au moyen d'une drague à godets que le *Génie Civil* a décrite ⁽²⁾; le cube des dragages a dépassé l'année dernière 13 millions de mètres cubes.

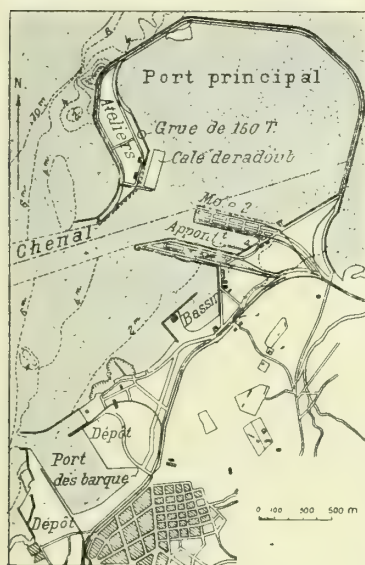


FIG. 1.
Plan du port de Tsing-tao.



FIG. 2. — Carte du chemin de fer et de la région du Chantoung.

Malgré la suspension des services japonais, en raison de la guerre, le mouvement maritime a marqué un progrès sensible : 338 navires et 388 000 tonneaux d'octobre 1903 à octobre 1904, au lieu de 272 navires et 286 000 tonneaux l'année précédente.

Le port dispose également, depuis un an, d'une usine électrique capable d'alimenter environ 50 000 lampes, mais qui va être doublée pour satisfaire aux besoins du port, du dock flottant et des ateliers.

L'exploitation des mines de houille et métalliques se développe peu à peu. La mine de Fang-tse possède un puits de 250 mètres de profondeur, qui atteint une couche d'excellent charbon, de 4 mètres de puissance. L'extraction quotidienne est de 450 tonnes.

D'autres puits sont en fonçage dans la même région.

Service d'incendie avec poste d'appel dans chaque immeuble.

Les différents systèmes de signaux d'alarme en cas d'incendie, qui sont actuellement en usage, ne font, le plus souvent, qu'indiquer simplement le quartier dans lequel s'est déclaré l'incendie, sans donner exactement l'emplacement de l'immeuble atteint. Il en résulte de graves inconvénients, auxquels remédie l'appareil construit par la Deniv General Electric Co, de Rochester, qui permet de préciser le

numéro de la maison et même l'étage si on le désire. Cet appareil utilise les canalisations téléphoniques déjà existantes.

L'installation de ce système, décrit par l'*Iron Age*, du 4 mai, spécifie l'étage du sinistre dans un immeuble ne comportant qu'un numéro du téléphone. A chaque étage sont disposés : un thermostat fixé au plafond, un bouton d'alarme placé sur une paroi et sous verre et, en un point quelconque, une boîte-signal. Au poste central est installé un tableau avec autant de récepteurs qu'il y a d'abonnés au téléphone.

La boîte-signal est la caractéristique de ce système. Elle se compose essentiellement d'un électro-aimant dont la bobine est mise en dérivation sur le circuit téléphonique par l'intermédiaire, soit du thermostat, soit du bouton d'alarme. Cet électro déclenche un pendule à échappement; sur l'axe de la roue d'échappement, est centré un secteur denté dont le nombre de dents correspond à l'étage où se trouve l'appareil. Chacune des dents produit un contact dont l'effet est de fermer le courant de la lampe du récepteur; à chaque tour, cette lampe s'allume et s'éteint un nombre de fois égal à celui du numéro de l'étage. Le ressort de l'échappement est tel que l'axe qui porte le secteur des contacts fait plusieurs tours quand le pendule a été déclenché. Cette disposition assure la répétition du signal et élimine toute confusion. De plus, le fonctionnement du récepteur produit un bruit suffisant pour attirer l'attention de l'employé dans le cas où il ne surveillerait pas suffisamment son tableau.

Dès que l'employé a reçu le signal d'alarme, il coupe le courant à travers l'appareil, avertit le poste d'incendie duquel dépend l'immeuble et se met en communication téléphonique avec cet immeuble. Le thermostat fonctionnant à 150 degrés centigrades, il arrive souvent que l'alarme est donnée avant même que les intéressés se soient aperçus du danger.

L'appareil peut fonctionner si le téléphone est en service, et, dans ce cas, la communication est interrompue, même si l'on a oublié d'accrocher le récepteur.

Les principaux avantages de ce système sont les suivants : 1° pas de perte de temps au moment de l'arrivée des secours pour trouver le lieu exact de l'incendie; 2° le réseau téléphonique d'une ville étant l'objet de visites fréquentes, le circuit d'un appareil quelconque est toujours prêt à être utilisé; 3° un accident à l'un des fils du réseau n'intéresse plus qu'un immeuble et non un quartier tout entier, comme avec les systèmes ordinaires; 4° enfin, l'alarme étant donnée automatiquement, on élimine les causes d'erreur pouvant provenir de l'état de trouble où sont ceux qui demandent des secours.

Baromètre portatif à mercure.

Le baromètre portatif à mercure, imaginé par M. A. S. Davis et décrit dans le *Scientific American* du 15 avril, est basé sur le principe suivant : si l'on considère des volumes égaux d'un même gaz pris à des pressions différentes, la diminution de volume produite par une même suppression est d'autant plus faible que le gaz primitif était plus comprimé.

L'appareil se compose d'un réservoir E renfermant du mercure, fermé pour empêcher l'écoulement de celui-ci, mais disposé de façon que la pression de l'air extérieur puisse agir. Ce réservoir communique avec un tube recourbé en verre, qui est large de B en C et capillaire de A en B. La partie AB a 175 millimètres de longueur, et le volume correspondant à une longueur de 1 centimètre, comptée sur cette tige, représente environ la quatre-vingt-dixième partie de la capacité totale du tube ABC.

L'appareil étant placé horizontalement, le mercure n'entre pas dans le tube, lequel est alors rempli d'air à la pression atmosphérique extérieure; si on le redresse, le mercure recouvre l'extrémité A et s'enfonce dans le tube capillaire jusqu'en M et d'autant plus profondément que la pression barométrique est plus faible.

Il suffit de graduer l'appareil par comparaison avec un baromètre ordinaire pour lire directement sur le tube AB la pression barométrique. Les déplacements du niveau dépendent évidemment de la hauteur h du mercure dans le réservoir.

L'appareil est très sensible : c'est ainsi que pour les dimensions précédemment indiquées, le mercure pénètre de 125 millimètres quand le baromètre marque 750 millimètres et de 150 quand il marque 725. On observe que, dans les limites ordinaires entre lesquelles varie la pression barométrique, les différences de niveau du mercure sont sensiblement proportionnelles aux différences des pressions barométriques.



(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIX, n° 2, p. 29.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLI, n° 7, p. 101.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 19 juin 1905.

Biologie. — *Un ennemi du café au Tonkin : le Xylotrechus du bambou sec.* Note de M. Louis BOUTAN, présentée par M. Yves Delage.

Les colons du Tonkin avaient remarqué que le voisinage des bambous nuisait à la bonne venue des caféiers et que les ravages des *Xylotrechus* se trouvaient exagérés dans ces conditions. Cette remarque est justifiée par les dernières observations de l'auteur. Les bambous secs, qui servent dans les plantations de couvertures d'étables, de charpentes ou de clôtures, sont parasités par un *Xylotrechus* qui vit également dans le bois du caféier.

De l'étude de M. Boutan on peut conclure que le *Xylotrechus* existe sous deux formes vivant l'une sur le bambou, l'autre sur le caféier, que la forme du bambou est un ennemi redoutable des caféiers et qu'il y a lieu de conseiller aux planteurs d'éloigner soigneusement les bambous secs de leurs plantations ou de ne les utiliser qu'après les avoir mis à l'abri du parasite (immersion dans une solution de sulfate de fer ?).

Chimie biologique. — *Influence des électrolytes sur la précipitation mutuelle des colloïdes de signe électrique opposé.* Note de M. LARGUIER DES BANCÉLS, présentée par M. Dastre.

Le mélange de deux colloïdes de signe électrique opposé donne lieu, en général, à un précipité qui est soluble dans un excès de l'un ou de l'autre des colloïdes. D'autre part, les colloïdes sont, en général, précipitables par les électrolytes ; et c'est la valence du métal qui commande la précipitation des colloïdes négatifs, la valence de l'acide qui commande celle des colloïdes positifs.

Il est intéressant de rechercher si l'addition d'un nouveau corps au mélange de deux colloïdes de signe opposé est capable d'en modifier la précipitation mutuelle. On peut se demander, en particulier, si l'addition de ce corps est en état de faciliter ou, au contraire, d'empêcher la formation du précipité. On peut se demander, en outre, si le précipité formé est dissociable en ses éléments. Ces questions se rattachent directement à celle des colorants et des décolorants, de l'immunité (toxines, antitoxines).

L'auteur a étudié d'abord l'influence des électrolytes sur la précipitation mutuelle des colloïdes.

1° Le mélange des deux colloïdes de signe opposé donne lieu à une précipitation qui, pour une proportion convenable, est totale ; l'addition d'un électrolyte, capable de précipiter l'un des deux colloïdes, fait obstacle à la précipitation mutuelle de ceux-ci.

L'action inhibitrice de l'électrolyte, qui dans un couple précipite le colloïde positif, est d'autant plus énergique, toutes choses égales d'ailleurs, que la valence de l'acide est plus élevée.

L'action inhibitrice de l'électrolyte, qui dans un couple précipite le colloïde négatif, est d'autant plus énergique, toutes choses égales d'ailleurs, que la valence du métal est plus élevée.

2° Le précipité résultant du mélange de deux colloïdes de signe opposé peut être dissocié, en général, par l'addition d'un électrolyte capable de précipiter l'un des éléments du couple.

Toutefois les colloïdes très instables, tels que les colloïdes métalliques, ne paraissent pas susceptibles de solubilisation nouvelle après précipitation totale.

3° Si, à des mélanges contenant une quantité constante d'un colloïde A (négatif) et des quantités croissantes d'un électrolyte ne précipitant pas ce colloïde, on ajoute une même quantité d'un colloïde B (positif), on observe les effets suivants : il se produit toujours un précipité ; ce précipité est composé, pour des quantités faibles de l'électrolyte, d'un mélange de A et B, pour des quantités croissantes de l'électrolyte, de B seul, enfin, pour des quantités plus fortes encore de l'électrolyte, d'un mélange de A et B.

Il en résulte que les liqueurs surnageantes contiennent au début une quantité minime du colloïde A, puis des quantités croissantes, et enfin des quantités décroissantes de celui-ci.

Chimie minérale. — *Sur la préparation et les propriétés du fluorure d'azotyle.* Note de MM. Henri MOISSAN et Paul LEBEAU.

Les auteurs poursuivant leurs recherches (1) montrent que le fluor ne réagit pas à la température ordinaire sur l'oxyde azoteux et le peroxyde d'azote mais qu'il donne avec l'oxyde azotique un nouveau composé gazeux, le fluorure d'azotyle AzO^2F .

Ce gaz de densité 2,24, dont le point de fusion est -139 degrés et le point d'ébullition $-63^{\circ}5$, possède une grande activité chimique. Bien qu'il ne se combine pas à froid à l'hydrogène, au soufre et au carbone, il réagit à la température ordinaire sur le bore, le silicium, le phosphore, l'arsenic, l'antimoine et l'iode. Il décompose l'eau froide avec production d'acide fluorhydrique et d'acide azotique ; il réagit sur un grand nombre de composés organiques et, dans toutes ces réactions, il intervient à la fois par son fluor et par le groupement AzO^2 .

Géologie. — *Sur la formation de la grotte de Rochefort (Belgique) et sur la théorie des effondrements.* Note de M. E.-A. MARTEL, présentée par M. Albert Gaudry.

L'opinion qui attribue la formation des grands abîmes, bétoires et points d'absorption des eaux, à des effondrements de bas en haut, provoqués par les courants souterrains, est inexacte environ neuf fois sur dix.

Les récentes explorations de M. Martel dans le sous-sol de la Belgique, avec MM. Van den Broeck et Rahir, ont multiplié les arguments en faveur de la théorie contraire, à savoir que les gouffres et pertes des terrains fissurés sont, pour la plupart, des cassures agrandies de haut en bas par la pénétration et le travail des eaux externes.

Le plus remarquable de ces nouveaux témoignages est celui de la classique grotte de Rochefort (vallée de la Lomme).

La topographie, la géologie, l'hydrologie des environs de Rochefort montrent que les eaux extérieures y ont successivement passé par les quatre phases suivantes :

1° Sur le plateau, écoulement très large de puissantes eaux sauvages comme dans tous les plateaux et monts calcaires (Espagne, Causses, Alpes, Jura, Souabe, Karst, Caucase, Grèce, etc.) ; dès lors se manifestèrent, dans le lit fissuré de ces eaux, des pertes, des captures souterraines qui ouvrirent les abîmes (premier étage de Rochefort) ; postérieurement ceux-ci ont pu être agrandis par des éboulements de détail mais ces aiguilleux de plateaux ont inauguré le processus d'absorption des eaux à l'époque du niveau supérieur de la Lomme ;

2° Début du creusement et de l'encaissement de la vallée de la Lomme, avec pertes et captures à flanc de coteau, représentées par les orifices supérieurs de grottes, vers 200 mètres d'altitude, qui sont étagés en aiguilleux des pentes ;

3° Approfondissement du thalweg, ouverture des orifices inférieurs des grottes et captures basses consécutives (aiguilleux de chavées ou des fonds de vallées). A ces deux phases correspond la dilatation de l'étage moyen de la grotte de Rochefort ;

4° Abandon progressif de la vallée par la Lomme contemporaine ; déperdition dans le troisième étage (en cours de creusement) de Rochefort : c'est la phase actuelle de l'enfouissement, du dessèchement et de la fuite des eaux.

Ces crans de descente continue sont symétriques entre l'extérieur et l'intérieur du sol.

Les aiguilleux de plateaux de la grotte de Rochefort ne sont donc nullement (à l'origine du moins) des effondrements de bas en haut, postérieurs à la formation de la caverne ; ils sont la cause et non l'effet ; ils représentent de primitifs points d'absorption ayant servi d'amorces au creusement même du système.

Physiologie végétale. — *Action de l'air liquide sur la vie de la graine.* Note de M. Paul BECQUEREL, présentée par M. Gaston Bonnier.

La résistance des graines aux basses températures dépend uniquement de la quantité d'eau et de gaz que renferment leurs tissus. Si cette quantité d'eau et de gaz est suffisante, le froid désorganise le protoplasma et le noyau et rend tout retour à la vie impossible ; mais si le protoplasma a atteint déjà, par la dessiccation, son maximum de concentration, et, par là même, son minimum d'activité,

il échappe complètement à l'action des basses températures : il ne gèle pas et la graine, alors, conserve son pouvoir germinatif comme par le passé.

Dans ces conditions, on comprendra qu'il est impossible de voir dans cette résistance des graines à l'action des basses températures, comme certains auteurs l'ont prétendu, un argument en faveur de la suspension de la vie. Pour résoudre ce problème, il faudrait des expériences d'une durée qui dépasse de beaucoup la longévité du pouvoir germinatif des graines et ne jamais constater, même après des années d'immersion dans l'air liquide, aucune baisse dans leur aptitude à germer.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

AÉRONAUTIQUE

Recherches sur l'aviation. — *L'Automotor Journal*, du 27 mai, résume les recherches sur le vol ramé, faites à Cambridge par MM. Frost, Hutchinson et d'Esterre.

Les premières expériences ont été faites à l'aide d'ailes d'oie, actionnées par un moteur électrique et suspendues à une balance sur un appareil à mouvement circulaire. On constata que le mouvement des ailes produisait, non seulement le soulèvement, mais encore la translation. Avec une puissance d'un dixième de cheval, on a mesuré un effort ascensionnel de $2^{\text{kg}}25$, avec 350 à 400 battements par minute. L'appareil pesait $12^{\text{kg}}300$, et se déplaçait à la vitesse de $6^{\text{km}}5$ à 8 kilom. à l'heure.

Les expériences suivantes ont eu lieu à l'aide d'ailes artificielles, d'une surface dix fois plus grande, actionnées par un moteur à pétrole de 3 à 3,5 chevaux. L'appareil était monté sur un chariot pouvant se déplacer sur une voie spéciale. L'ensemble, qui pèse 105 kilogr. environ, s'élève de 60 centimètres à chaque battement.

Ces essais, bien qu'intéressants, laissent de côté l'un des points les plus importants qui restent à élucider : la direction du vol.

CHEMINS DE FER

Résultats d'exploitation des chemins de fer d'Anatolie en 1904. — Les lignes de Haidar-Pacha à Angora et d'Eski-Chéhir à Konia (Asie-Mineure), exploitées par la Société des Chemins de fer d'Anatolie (1), ont donné en 1904, d'après la *Zeit. des Ver. deutsch. Eisenbahn.*, du 3 juin, les résultats suivants :

Recettes par kilomètre	Fr.	8 842
Dépenses —	—	3 996
Bénéfices nets	—	2 539 840
Coefficient d'exploitation		45 %

Au cours de cette année, on a acquis 3 locomotives-tenders, 50 wagons couverts et 130 découverts, 40 voitures à voyageurs et 4 fourgons.

La note d'où sont extraits ces chiffres en donne quelques autres relatifs aux subventions et arrangements financiers avec le Gouvernement turc.

Locomotive-tender pour les chemins de fer de Grande-Ceinture de Paris. — Dans le but d'augmenter la charge des trains de marchandises, notamment sur la section de Juvisy à Versailles, qui présente un profil assez accidenté, le Syndicat de la Grande-Ceinture décida de remplacer les locomotives à trois essieux accouplés du chemin de fer de l'Ouest, qu'il employait sur cette portion de ligne, par des machines-tenders à quatre essieux accouplés et à bogie, du système compound de Glehn. Ces locomotives, construites par la Société alsacienne dans ses ateliers de Belfort, peuvent remorquer des trains de 430 tonnes en rampe de 15 millimètres et de 550 tonnes en rampe de 10 millimètres. Ces charges sont supérieures de 30 % aux anciens tonnages et l'économie correspondante de combustible s'élève à 25 %, ainsi qu'il appert des relevés faits pendant ces derniers mois.

Les caractéristiques de ces machines sont données en détail dans le numéro de mai de la *Revue générale des Chemins de fer*. Les cylindres sont au nom-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 8, p. 134. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences.*)

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 19 p. 304.

bre de quatre : ceux H. P. à l'extérieur du châssis, actionnent le second essieu accouplé et ceux B. P., à l'intérieur, commandent le premier essieu accouplé. Les roues ont un diamètre de 1^m 440; l'emplacement rigide ne dépasse pas 4^m 75. Les ressorts de suspension sont conjugués deux à deux par des balanciers longitudinaux. Les tiroirs plans sont actionnés par des mécanismes Walschaert. Un dispositif particulier permet l'introduction directe de vapeur vive dans le réservoir intermédiaire, de manière à faciliter les démarrages. La chaudière timbrée à 15 kilogr. a des surfaces de chauffe et de grille respectivement égales à 203^m 55 et 2^m 27. Les approvisionnements d'eau et de charbon sont contenus dans des caisses latérales et dans une soute placée à l'arrière. Le poids, en ordre de marche, est d'environ 81 tonnes.

CONSTRUCTIONS CIVILES

Le nouveau palais de l'Université de Berne. — L'Université de Berne, qui, en 1860, n'était fréquentée que par une centaine d'étudiants, en comptait 1 250 en 1902, de sorte que les anciens locaux durent être abandonnés et remplacés, dans un délai aussi réduit que possible, par un palais qui a été l'objet d'un concours architectural en 1898, et dont l'inauguration a eu lieu en 1903.

Il s'élève sur une vaste esplanade entre l'Observatoire et la Direction des Chemins de fer fédéraux, et affecte la forme d'un polygone ouvert entièrement symétrique par rapport à l'axe principal.

La tâche des architectes était rendue plus difficile par la limitation du devis à 1 200 000 francs, condition qui a nécessité la simplification de beaucoup d'aménagements projetés.

Pour masquer les angles que font les ailes du bâtiment avec le pavillon principal, on a donné à la façade de celui-ci beaucoup de relief.

Les trois portes d'entrée donnent accès à un grand vestibule d'où quelques marches conduisent à l'escalier principal sur les paliers duquel ouvrent les amphithéâtres les plus importants.

La faculté de philosophie dispose de 22 amphithéâtres, salles de conférences et autres salles; la faculté de droit en a 8, celle de théologie 5, celle de médecine 2; il existe, en outre, une salle du conseil académique (Sénat), une salle de réunion pour les professeurs, des salles de lecture et de musique, des bureaux et secrétariats, etc.

A chaque étage, un long corridor, éclairé sur les façades postérieures, règne d'un bout à l'autre de l'édifice et dessert toutes les pièces; outre l'escalier d'honneur, il y a un escalier secondaire à chaque extrémité du bâtiment principal.

Les amphithéâtres secondaires sont munis de tables distinctes à deux ou trois places; les plus vastes ont des sièges fixes disposés par rangées avec passage central.

La dépense a été au total de 1 160 000 francs, dont 540 000 francs pour la terrasse et la maçonnerie, et près de 50 000 francs pour les charpentes métalliques, planchers et toitures. Le chauffage à eau chaude a coûté 44 500 francs.

Il faut encore y ajouter 140 000 francs pour le mobilier.

La *Schweiz. Bauzeit.*, des 3 et 10 juin, donne une description sommaire, accompagnée de plans et photographies, de ce vaste édifice.

L'Institut académique de musique de Charlottenbourg (Berlin). — L'Institut royal académique de musique d'église, fondé en 1819, à Berlin, et réuni en 1882 à l'Académie des Beaux-Arts, est installé depuis quelque temps dans un immeuble construit spécialement pour lui à Charlottenbourg, et dont le *Zentralb. der Bauverw.*, du 3 juin, donne les plans et photographies. La grande salle, dont un orgue à commande électrique occupe une extrémité, a 8 mètres de largeur et 19 mètres de longueur; elle occupe la hauteur de deux étages. D'autres salles d'exercices, une bibliothèque, un logement de concierge et des escaliers occupent le reste de l'édifice, qui a coûté 88 700 marks, soit 18,3 marks par mètre cube de bâtiment.

ÉLECTRICITÉ

La construction électrique au Japon. — Dans l'*Electrical Review* (N. Y.), du 22 avril, M. W. DIXWIDDIE expose la situation dans laquelle se trouve actuellement le Japon au point de vue de la construction des dynamos et du matériel électrique en général.

Il existe actuellement deux usines importantes (la Compagnie électrique d'Osaka, et les ateliers Shibaura, à Tokio) ayant toutes deux moins de dix années d'existence. L'auteur donne des renseignements sur la dernière de ces entreprises, qui construit tout le matériel électrique (machines et appareils) ainsi que des moteurs à vapeur et des chaudières.

Son personnel est exclusivement japonais. Son matériel est moderne, et bien que beaucoup de détails de l'organisation laissent à désirer, les machines construites peuvent être vendues 30 % moins cher que le matériel importé. La construction est satisfaisante; tout le cuivre employé vient des mines japonaises; les tôles viennent d'Angleterre.

Le bas prix de revient auquel on arrive tient au taux peu élevé des salaires. La main-d'œuvre habile, abondante et à bon marché, est assurée par l'accroissement rapide d'une population robuste, adroite et laborieuse. Le charbon et le cuivre sont en abondance.

L'auteur estime que le Japon, qui n'en est encore qu'à ses débuts dans cette industrie, deviendra dans quelques années un concurrent sérieux dans tout l'Orient, et notamment en Chine.

Application des moteurs à courant alternatif et à collecteur aux appareils de levage. — Les résultats remarquables obtenus dans l'application récente des moteurs à courant alternatif simple et à collecteur à la traction des trains (1) ont engagé quelques constructeurs à les employer aussi sur les appareils de levage.

L'Allgemeine E.-G., de Berlin, vient, d'après la *Zeits. des Ver. deutsch. Ing.*, du 6 mai, d'équiper deux grues à portique de l'usine électrique de Cologne avec des moteurs Eichberg.

Chaque grue a un moteur de levage de 40 chevaux (500 tours) et des moteurs de translation de 10 chevaux (700 tours). Un transformateur qui reçoit le courant à 2 100 volts et 50 périodes, du réseau principal, le renvoie aux moteurs sous la tension de 500 volts.

Usine hydro-électrique de Bruck-sur-Mur (Autriche). — M. Wirz décrit, dans la *Zeits. des Oesterr. Ing. Ver.*, du 2 juin, l'usine hydro-électrique de la ville de Bruck, qui utilise une chute de 2 000 à 3 000 chevaux. La prise d'eau est située à 3 kilom. de la ville; le canal de dérivation, de 1 500 mètres, aboutit à l'usine, et le canal de fuite a encore 600 mètres de longueur. La chute est d'environ 9 mètres.

L'usine contient quatre groupes de turbines hydrauliques Francis et d'alternateurs triphasés de 600 kilowatts (5 500 volts).

L'article contient, outre la description détaillée des travaux de maçonnerie et d'installation électrique, plusieurs planches qui reproduisent les plans de la prise d'eau et du bâtiment des turbines.

HYDRAULIQUE

Transport d'énergie électrique à 55 000 volts de la Puget Sound Power Co (États-Unis). — Cette station est décrite par M. E. H. WARNER, dans le bulletin de mai de l'*American Society of Civil Engineers*. Elle est située dans le Pierce County (Washington) et utilise les eaux de la Puyallup River pour le service de Compagnies de tramways, de distribution de force et d'éclairage desservant les deux villes de Seattle et de Tacoma ainsi que leurs environs.

Le barrage est situé à 22 kilom. en aval des glaciers où le fleuve prend naissance; le réservoir de distribution est à 17 kilom. plus bas, et reçoit l'eau par une conduite en bois montée sur chevalements.

L'usine est alimentée par quatre conduites forcées de 610 mètres et comporte quatre unités de 3 500 kilowatts fournissant du triphasé sous 2 300 volts à 60 périodes.

L'énergie est transmise sous 55 000 volts par une canalisation électrique de 36 kilom. à la station centrale de Bluff où se font la transformation et la distribution. Les moteurs hydrauliques sont des roues Pelton à 225 tours fonctionnant sous une pression d'eau maximum de 250 mètres.

En dehors des travaux de l'installation hydro-électrique proprement dite, il a fallu construire ou aménager des routes pour faire les charrois, une

scierie, un transporteur à câble, une station provisoire de force et d'éclairage.

Le barrage est en bois de charpente avec ailes et prise d'eau en béton; il a 60 mètres de longueur et 18 mètres de largeur à la base; sa construction, ainsi que celle du réservoir, des conduites forcées et de l'usine hydro-électrique sont données en détail.

Appareil d'arrosage et signal d'alarme automatiques en cas d'incendie. — L'appareil à grand débit, dit de grand secours, pour l'arrosage instantané des locaux en cas d'incendie, n'est guère en usage, en Europe, que dans les théâtres.

En Amérique, au contraire, où les immeubles particuliers sont quelquefois de dimensions colossales, son usage est assez répandu.

C'est un appareil de ce genre que décrit l'*Iron Age*, du 6 avril. Il fonctionne au moyen de l'air comprimé d'une canalisation et déverse automatiquement de l'eau en abondance quand la température du local où il est situé dépasse une certaine limite; en même temps des gongs ou des sonneries d'alarme sont actionnés dans tous les locaux habités.

Des dispositions particulières, décrites en détail, sont prises pour assurer le bon fonctionnement de l'appareil en tout temps, et seulement en cas opportun, ce qui est très délicat, quelle que soit la pression de l'eau dans les conduites.

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Rendement calorifique des fours à ciment. — L'*Engineering Record*, du 29 avril, publie un mémoire de M. A. S. SPACKMAN, présenté à l'Association of American Portland Cement Manufacturers, au sujet des quantités de charbon théoriquement et pratiquement nécessaires pour la marche des fours actuels à ciment.

Après avoir exposé les principaux phénomènes physiques et chimiques de la fabrication du ciment, sans détailler ces phénomènes, et leur succession (les renseignements différant d'ailleurs là-dessus suivant les fabriques), l'auteur indique les onze divisions qu'il adopte dans ces phénomènes pour le calcul des quantités de chaleur nécessaires au séchage, chauffage, dissociations et combinaisons, et les hypothèses faites au sujet des coefficients adoptés.

Il donne, pour sept fabrications différentes, un tableau de ces onze quantités de chaleur. Un autre tableau mentionne, pour ces sept fabrications, les dimensions des fours, la production par vingt-quatre heures en barils de ciment, le charbon consommé par baril, l'analyse chimique, les pertes de poids par calcination, les quantités de chaleur, les quantités d'eau, etc.

Il étudie ensuite les conditions de la combustion du charbon, les températures théorique et pratique dues à cette combustion dans les conditions où elle s'opère, les changements de température, de volume et de vitesse des gaz de la combustion d'un bout à l'autre du four et les changements de température des matériaux chargés dans le four, les causes de ces changements, l'état des matériaux aux différentes températures, l'excès d'air introduit dans le four et la composition des gaz de la combustion.

Les usines auxquelles sont puisés ces renseignements sont situées en Amérique, en France, en Angleterre et en Allemagne.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

L'emploi des terres rares dans les lampes électriques. — On sait que la propriété que possèdent les terres rares, de devenir conductrices aux températures élevées, permet de les employer comme filaments de lampes à incandescence. Cette conductibilité a été découverte depuis longtemps, puisque Jablockhoff l'avait remarquée; mais c'est récemment que les travaux de Nerst ont fait entrer la question dans la phase industrielle.

Dans l'*Electrical Review* (N. Y.), du 22 avril, M. Murray BEEBE donne des indications détaillées sur la fabrication de ces brûleurs électriques à terres rares. Certains oxydes, tels que l'oxyde rouge de fer, sont conducteurs aux températures ordinaires, mais insuffisamment réfractaires; d'autres comme la magnésie sont très réfractaires mais peu conducteurs. On se trouve ainsi conduit à employer des mélanges. Un mélange fréquemment employé dans les lampes Nerst renferme 85 % d'oxyde de zirconium, et 15 % d'yttria. L'auteur indique le traitement à faire subir à la zircone pour en obtenir

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 23, p. 369, et t. XLVI, n° 49, p. 304.

nir des résultats uniformes. Il indique également le traitement de la gadolinite et de l'yttrialite pour en retirer l'yttria appropriée à la fabrication des brûleurs.

Il donne des détails sur la préparation des filaments, de leurs attaches, et fait ressortir le rôle — au moins partiel — que joue l'électrolyse dans leur conductibilité. Les petits brûleurs sont massifs; les gros sont tubulaires, en vue d'éviter la fusion de la partie médiane.

Un brûleur disposé dans le vide détruit rapidement ce vide; probablement par dégagement d'oxygène. L'oxygène paraît, d'ailleurs, jouer un rôle dans la conduction. La température du filament Nernst est d'environ 2300 degrés. Son rendement est à peu près double de celui du filament de carbone, et son spectre est continu. Son pouvoir éclairant diminue, au cours de sa vie, pour plusieurs raisons dont l'une paraît résulter d'une modification de texture.

L'auteur signale la difficulté de fabrication des réchauffeurs, formés d'un fil de platine fin enroulé sur un tube de porcelaine, cette porcelaine devant être en même temps suffisamment réfractaire, et non conductrice aux hautes températures.

Certaines combinaisons, ou d'oxydes, ou de carbures, de silicates ou de borates, s'amorcent sans réchauffage préalable; diverses expériences que cite l'auteur donnent également l'espoir de réaliser un filament s'allumant sans réchauffage.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

La résistance des bouteilles destinées à renfermer des gaz comprimés ou liquéfiés. — Au sujet des prescriptions relatives aux bouteilles métalliques destinées aux gaz comprimés à haute pression, et à leurs conditions de résistance, M. A. MARTENS étudie dans la *Zeits. des Ver. deutsch. Ing.*, du 15 avril, les modifications que produit dans le métal (en ce qui concerne plus spécialement la limite d'élasticité et la résistance à la rupture) les opérations qu'il subit à froid : emboutissage, étirage, etc.

Il reproduit, notamment, les résultats d'essais de neuf bouteilles à acide carbonique, essayées à la presse hydraulique et poussées jusqu'à rupture du métal, qui font bien ressortir l'influence de la répétition des épreuves par pression hydraulique, sur la limite d'élasticité du métal.

Les poutres en arc à trois rotules. — M. LEGRAND, chargé de cours à l'Université de Liège, ayant indiqué un procédé graphique qui permet de déterminer avec méthode et exactitude les efforts s'exerçant dans les sections d'une poutre droite soumise à des charges mobiles, montre, dans la *Revue universelle des Mines*, de février, comment cette méthode s'étend, sans constructions nouvelles, au calcul de la poutre en arc, ayant mêmes appuis et soumise aux mêmes charges verticales. L'auteur reprend d'ailleurs, dans son étude, l'exposé de la méthode en l'adaptant spécialement aux poutres en arc.

Ce travail met en relief quelques particularités parmi lesquelles nous indiquerons celles-ci :

1° L'effort de compression est généralement maximum dans toutes les sections de la poutre à la fois, pour la position des charges qui fournit la poussée maximum;

2° Les efforts tranchants sont notablement inférieurs aux efforts de compression et on peut en faire abstraction dans le calcul de la poutre lorsque celle-ci est à âme pleine, ou en treillis que l'on peut considérer comme tel;

3° Le passage des charges sur la poutre donne lieu dans la rotule supérieure à des efforts tranchants alternativement de sens contraires qui tendent à faire jouer cette rotule;

4° Les résultats trouvés montrent que la poutre en arc s'applique rationnellement, surtout aux ponts routes ou aux fermes de grande portée.

Essais de rupture sur des constructions en béton armé. — Le *Beton und Eisen* (n° 5, de 1905) reproduit une conférence de M. HANF relative à des essais de rupture effectués après la clôture de l'Exposition de Dresde (1903) sur un pavillon, une passerelle et un escalier en béton armé qui y avaient figuré. Les essais ont été suivis par le laboratoire officiel de l'École technique de Dresde.

Les efforts ont été transmis aux poutres et aux hourdis de ces différents ouvrages au moyen d'une presse hydraulique agissant sur des sommiers et

des tirants installés sommairement sur les échafaudages.

On trouvera dans l'article cité, outre de nombreux dessins montrant la constitution des pièces en béton armé et les points de rupture ou de fissuration, le détail des dimensions de ces pièces et des charges nécessaires à leur rupture.

TRAVAUX PUBLICS

Forme de radoub de Charleston (États-Unis). — On construit actuellement à Charleston (Caroline du Sud), à côté de la rivière Cooper, une grande forme de radoub de 188 mètres de longueur, de 41 mètres de largeur et de 3^m 70 de profondeur; elle est en béton revêtu de granit.

La construction de cette forme, qui a présenté de grandes difficultés à cause de la nature du sol, est décrite dans l'*Engineering Record*, du 4 mars.

Le sol est marécageux et sableux; le sous-sol, à 7^m 30 de profondeur, est de l'argile dure imperméable; il a résisté aux essais de surcharge de 120 tonnes par mètre carré, ce qui a permis d'établir le béton sur ce sol sans battre des pieux.

Le sol ne pouvant pas porter d'excavateurs, on a enlevé les terres légères à l'aide d'une drague hydraulique à succion qui a été employée ensuite à l'épuisement de l'eau de l'excavation; cette drague rejette les boues sur les terrains voisins au moyen de conduites. En même temps, on établissait les boîtages de protection de la partie déblayée. Le reste du sol a été excavé à sec à l'aide d'un transporteur roulant entre deux tours en charpente distantes de 150 mètres, cette distance comprenant l'emplacement d'un dépôt pour les terres de remplissage. Le transporteur était déchargé dans des wagonnets. Un batardeau fermait l'entrée de la cale du côté de la rivière.

L'auteur décrit la construction de ce batardeau ainsi que l'exécution du bétonnage de la cale et celle du revêtement en granit.

Ponts suspendus rigides, système Gisclard. — Les *Annales des Ponts et Chaussées* (1^{er} trimestre de 1905) publient un rapport de M. Maurice Lévy, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, relatif au projet d'établissement, dû à MM. Gisclard et Arnodin, de deux ponts suspendus rigides, système Gisclard (1), franchissant la Têt sur la ligne de Villefranche à Bourg-Madame (Pyrénées-Orientales).

Ces ponts comporteraient chacun une travée centrale de 156 mètres, et deux travées de rives de 39 mètres de portée; ils pourraient supporter un train de 192 tonnes, avec une pression de vent de 170 kilogr. par mètre carré.

M. Maurice Lévy met en évidence les caractéristiques du système de suspension proposé et le mode de construction qu'emploie M. Arnodin, et résume les observations favorables de la Commission d'examen, qui appuie l'expérience proposée, en raison des économies importantes réalisables par ce moyen pour les chemins de fer de montagne ou coloniaux.

Ouvrages récemment parus.

Procédés métallurgiques et Étude des métaux, par U. LE VERRIER, Ingénieur en chef des Mines, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers. (*Encyclopédie Lechals.*) — Un volume, grand in-8° de 403 pages, avec 194 figures. — Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1905. — Prix : 12 francs.

M. Le Verrier s'est attaché, tout en exposant les principes généraux de la métallurgie, à donner plus de détails sur les progrès relativement récents et sur les questions à l'ordre du jour; il a insisté surtout sur celles qui ont un intérêt général, celles qui se rapportent exclusivement à la métallurgie du fer devant être traitées dans un autre volume.

La première partie traite des procédés métallurgiques. Dans le premier chapitre, consacré aux minerais, se trouvent des indications sur les procédés d'échantillonnage mécanique, sur les nouveaux procédés de préparation, sur l'agglomération des minerais. Dans les suivants, relatifs aux opérations métallurgiques : séchage, calcination, grillage, traitement des minerais par voie sèche et humide, fusion

et affinage, on trouvera des détails sur les différents types, si variés aujourd'hui, de fours de grillage automatiques, sur l'utilisation des gaz de grillage, sur les dispositifs les plus récents des fours à cuve, sur la fusion pyriteuse, sur l'agrandissement progressif des fours à réverbère dans les usines à cuivre d'Amérique, sur l'emploi des fours électriques, etc.

Le cinquième chapitre traite des applications de la thermochimie à la métallurgie. Le suivant, consacré aux installations accessoires, contient, entre autres sujets d'actualité, des indications sur les nouveaux ventilateurs centrifuges à hautes pressions, sur les procédés mécaniques de manutention et de transports dans les usines : convoyeurs, machines à charger les fours (1), machines à couler, etc.

La deuxième partie, réservée à l'étude des métaux, contient l'exposé sommaire des méthodes récentes de la métallographie. Dans le premier chapitre, consacré aux essais mécaniques : essais de traction, de flexion, de pliage, de poinçonnage, de choc, de dureté, etc., une large place a été faite aux recherches récentes sur les essais de fragilité. Le deuxième chapitre traite de l'action de la chaleur, des essais à chaud, de l'étude des courbes de refroidissement, de la trempe et du recuit.

Le troisième chapitre est consacré à la métallographie microscopique; on y trouve le résumé des méthodes d'observation : préparation et éclairage des échantillons, signification des images obtenues, étude des structures; puis définition des types de structure et leur rapport avec les conditions du travail qu'a subi le métal. Le dernier chapitre traite des alliages et résume les résultats des travaux les plus récents (2) sur cette question.

La Télégraphie sans fil, par le professeur Domenico MAZZOTTO, traduit de l'italien par J.-A. MONTPELLIER. — Un volume in-8° de 432 pages, avec 250 figures. — V^e Ch. Dunod, éditeur, Paris, 1905. — Prix : broché, 12 fr. 50; cartonné, 14 francs.

Au nombre des découvertes qui se succèdent dans le domaine de la physique, celle des ondes électriques présente une importance capitale, en raison des applications qu'on a déjà pu en faire aux communications à distance.

L'auteur, après avoir rappelé quelques essais de télégraphie sans fil par conduction à travers l'eau ou la terre, par induction, par emploi du sélénium et des rayons lumineux, ou au moyen des rayons invisibles du spectre, arrive à la télégraphie sans fil par ondes électriques et lui consacre plusieurs chapitres.

Il étudie d'abord la production des ondes électriques et les différents types d'oscillateurs, puis leur propagation, et enfin les nombreux appareils inventés pour leur utilisation à la transmission des signaux.

Parmi ceux-ci, citons les bobines d'induction et leurs interrupteurs, les excitateurs de Marconi, Slaby-Arco, Fessenden; les antennes Marconi, Popoff; les radiateurs Artom et autres; les prises de terre, les transformateurs et jiggers, les condensateurs, syntonisateurs, détecteurs d'ondes ou cohéreurs (ordinaires à limaille, magnétiques, à contact simple, à décohésion spontanée, etc.), les relais, les récepteurs, les répéteurs.

M. Mazotto examine ensuite les systèmes de télégraphie proprement dits (Marconi, Braun, Slaby-Arco, Popoff-Ducretet, Fessenden, etc.) et termine, après avoir cité les expériences les plus remarquables, en signalant des projets de téléphonie sans fil déjà nombreux.

Guide du Couvreur-plombier, par V. PRÉCIS, maître-ouvrier plombier à l'École départementale Théophile Roussel. — Première partie : *La Couverture*. — Un volume de xii-324 pages, avec 418 figures. — Lucien Laveur, éditeur, Paris. — Prix : broché, 4 francs; relié, 5 francs.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 10, p. 173, et t. XLVI, n° 45, p. 233.

(2) Voir les nombreux articles de M. GUILLET, sur les alliages à base de fer et de carbone, dans le *Génie Civil*, t. XLII à XLVI.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Électricité** : Transport d'énergie électrique à 40 000 volts entre Gromo et Nembro (Lombardie) (*planche X*), p. 153; L.-J. SIDLER. — **Métallurgie** : Les alliages de cuivre. État actuel de nos connaissances théoriques et pratiques (*suite*), p. 158; Léon GUILLET. — **Mécanique** : Distribution à tiroir, variable au régulateur, système Moritz, p. 162. — **Jurisprudence** : Les autorisations temporaires dans la réglementation du travail, p. 164; Louis RACHOU. — **Variétés** : Résultats de la course définitive de la Coupe Gordon-Bennett, en 1905, p. 165; — Moteur à pétrole compound, système Pollard, p. 166; — Embayage magnétique accélérateur, p. 166.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Académie des Sciences (26 juin 1905), p. 167.

BIBLIOGRAPHIE : Ouvrages récemment parus, p. 167.

INFORMATIONS : Congrès international des Mines, de la Métallurgie, de la Mécanique et de la Géologie appliquées, tenu à Liège du 25 juin au 1^{er} juillet, p. 168; — Congrès international du Pétrole, tenu à Liège du 26 juin au 1^{er} juillet, p. 168; — Congrès de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences, en 1905, p. 168.

Planche X : Usine hydro-électrique de Gromo (Lombardie).

Supplément : REVUE DES PRINCIPALES PUBLICATIONS TECHNIQUES, p. 169.

ÉLECTRICITÉ

TRANSPORT D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE A 40 000 VOLTS entre Gromo et Nembro (Lombardie).

(*Planche X.*)

Les eaux du Serio, affluent de l'Adda, étant déjà complètement utilisées sans pouvoir satisfaire à tous les besoins, les propriétaires des

rivière, torrents à faible débit, mais qui offrent des chutes importantes. Le plus approprié de tous à l'exploitation industrielle est le Goglio, torrent dont le confluent avec le Serio se trouve à Gromo, à 40 kilom. de Bergame. Il reçoit les eaux d'un bassin de 32 kilom. carrés, dans lequel se trouvent disséminés douze petits lacs alpins, dont le plus important, le lac Nero, a une superficie de 5 hectares (fig. 2).

Le Goglio, dans son cours inférieur, actionnait plusieurs petites scieries, moulins et forges; le premier projet d'exploitation prévoyait une chute de 200 mètres en amont de l'usine la plus élevée existant alors.



FIG. 1. — VUE D'ENSEMBLE DE L'USINE HYDRO ÉLECTRIQUE DE GROMO.

fabriques de cette vallée qui voulaient utiliser la houille blanche, se virent dans l'obligation d'aller la chercher dans les affluents de cette

Par la suite, la maison Crespi et C^{ie}, propriétaire à Nembro d'importants établissements pour le traitement du coton, voulant y utiliser

la force du Goglio, acheta toutes les installations existantes, et fit effectuer des relevés topographiques ainsi que des recherches sur le débit du torrent à différentes altitudes. On se décida pour une dérivation sur la rive gauche du torrent, à l'altitude de 980 mètres, avec une chute de 320 mètres, comme étant la plus avantageuse au triple

de la part des communes, ne voulant pas laisser transporter l'énergie en dehors de leur territoire, soit de la part des particuliers, voulant faire payer à des prix exorbitants la cession de leurs terrains et de leurs droits de riverains, ne tardèrent pas à apparaître. Il en est d'ailleurs généralement ainsi dans tous les pays possédant une législation

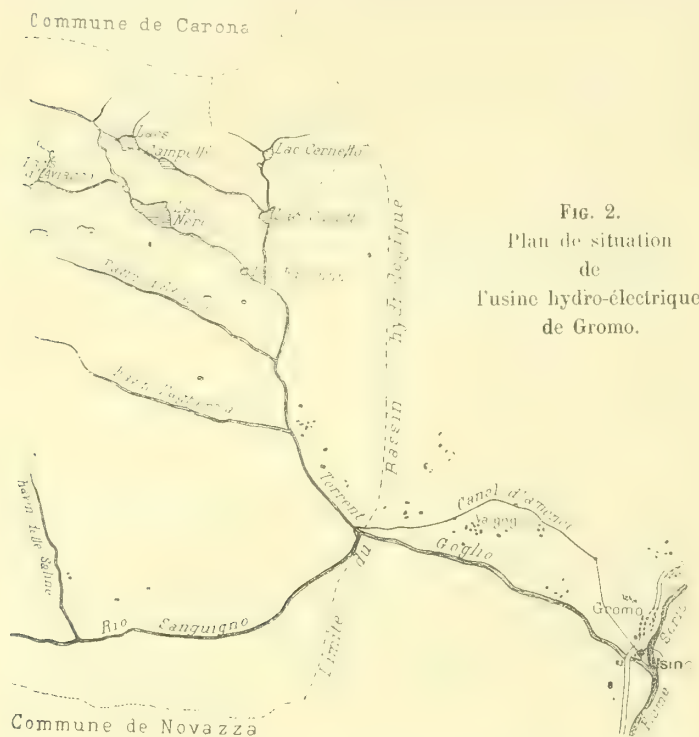


FIG. 2.
Plan de situation
de
l'usine hydro-électrique
de Gromo.

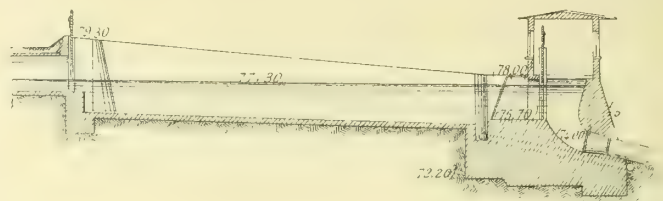


FIG. 9 et 10.
Coupe verticale et plan
du bassin de mise en charge.

point de vue : débit du torrent, hauteur de chute, coût des ouvrages de dérivation.

Le débit minimum du torrent, à cette altitude, est de 300 litres par seconde, soit 12 litres par kilomètre de bassin, la superficie de celui-ci en amont de la prise d'eau étant de 24 km² 5.

En tenant compte de ce que le débit ordinaire du torrent est de 700 litres par seconde, que le débit de 300 litres ne se produit que

insuffisante sur la dérivation des eaux publiques. Il fallut trois années de luttes incessantes pour que la concession, demandée en 1899, fût enfin accordée en juin 1902.

Les travaux furent, dès lors, menés activement, de telle façon que la partie hydraulique, entreprise par MM. Carminati frères, Ingénieurs à Bergame, était terminée à la fin de 1903, et que toute l'installation fonctionnait en juillet 1904.

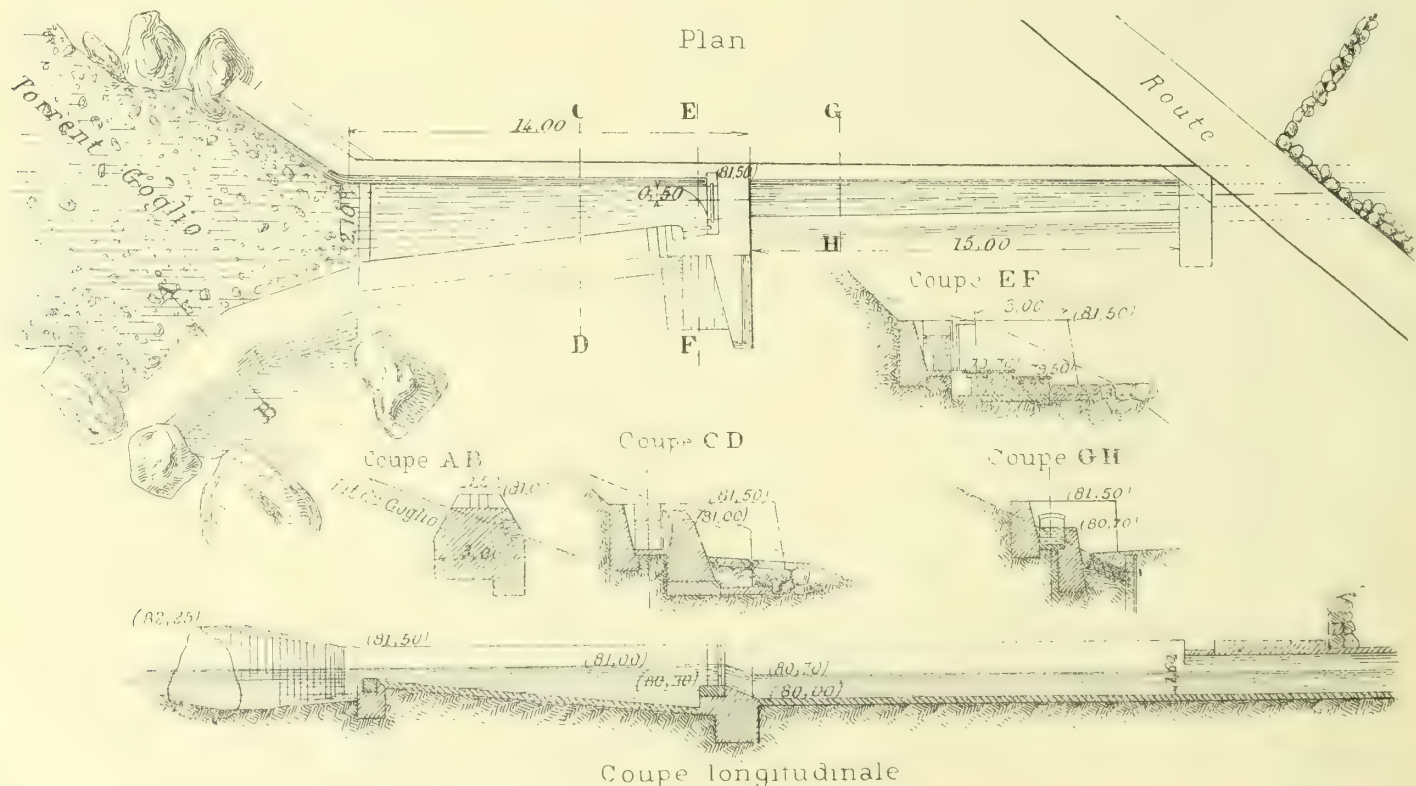


FIG. 3 à 8. — Plan et coupes de la prise d'eau sur le Goglio.

durant l'hiver et, exceptionnellement, durant une courte période estivale, que la création d'un barrage-réservoir régulateur de débit est relativement facile et peu dispendieuse, l'installation fut calculée pour un débit de 700 litres.

Mais, une fois les travaux décidés, des difficultés et chicanes, soit

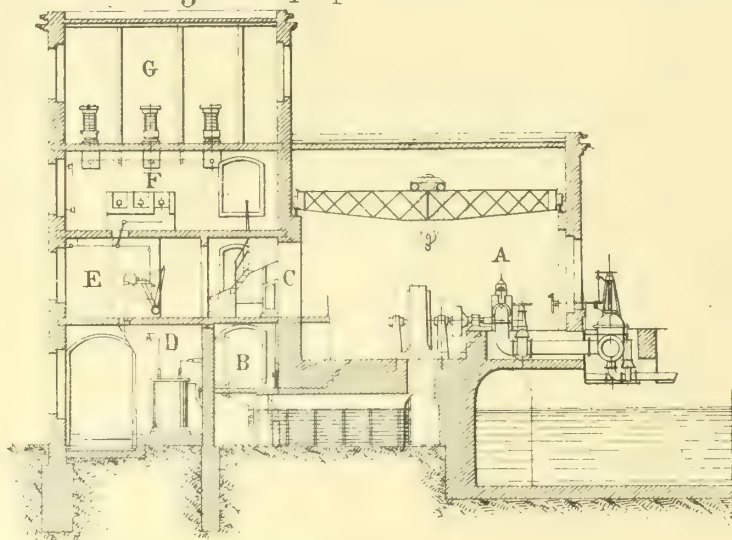
Installation hydraulique. — Prise dans ses grandes lignes, elle offre les dispositions suivantes (fig. 2 à 10) :

Le barrage de prise d'eau se trouve à 40 mètres environ en amont du confluent du Sanguigno avec le Goglio. Un canal d'amenée, long de 2 250 mètres, débouche dans un bassin de mise en charge pour la

USINE HYDRO-ÉLECTRIQUE

Fig.1 à 5. Plan et Coupes de l'Usine Hydro-électrique

Fig.1. Coupe par M. N.



— Légende —

- A — Salle des machines
 B — Local des rhéostats et coupe-circuits
 C — Local du tableau de manœuvre.
 D — Local des transformateurs
 E — Local des interrupteurs
 F — Local des barres collectrices
 G — Local des parafoudres

Fig.4. Coupe par YY

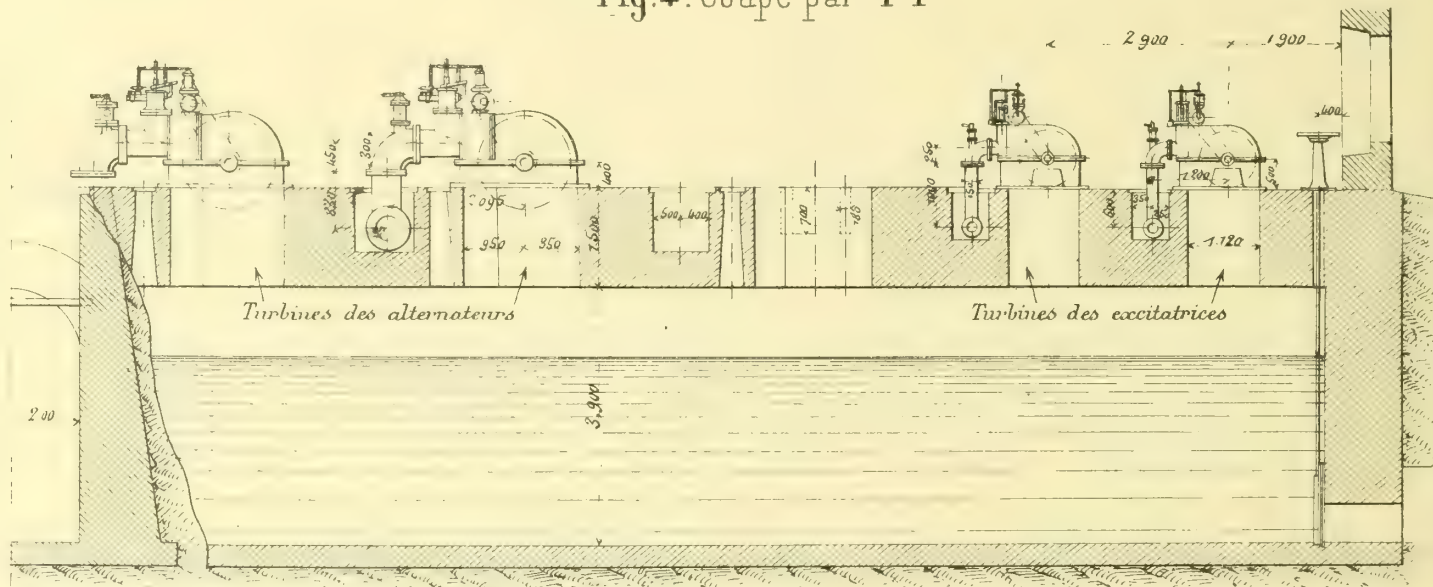


Fig.6. Coupe verticale par ab

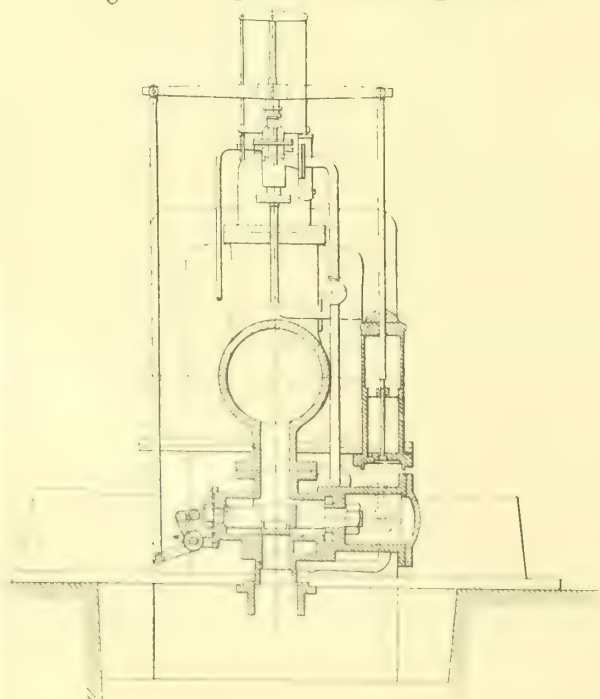
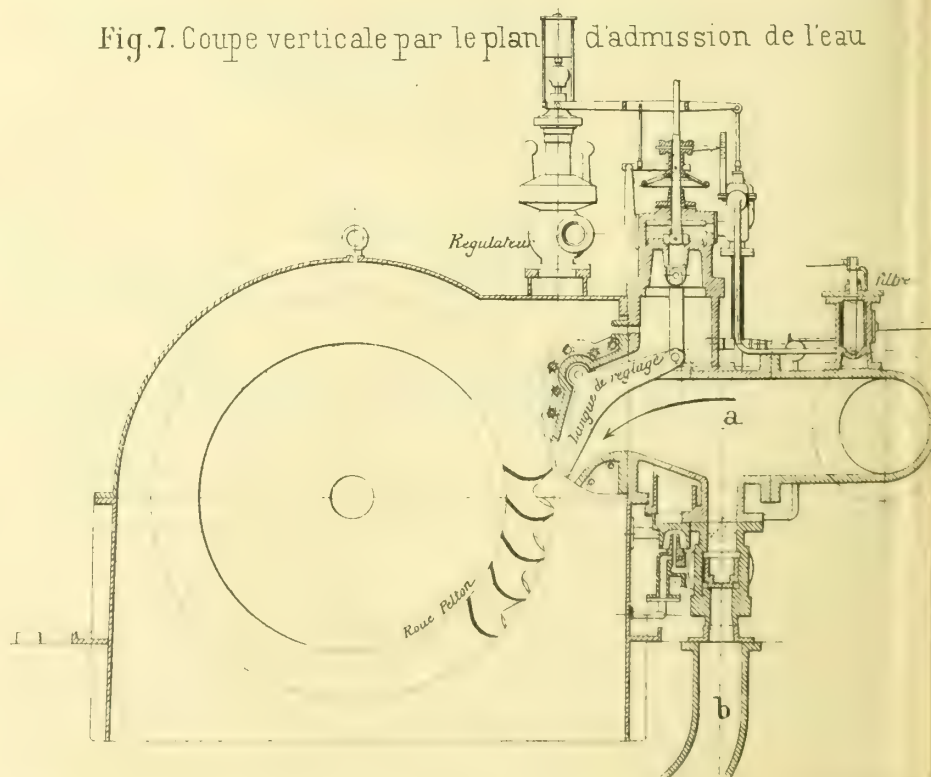


Fig.7. Coupe verticale par le plan d'admission de l'eau



QUE DE GROMO (Lombardie)

Fig. 2. Coupe par P.Q.

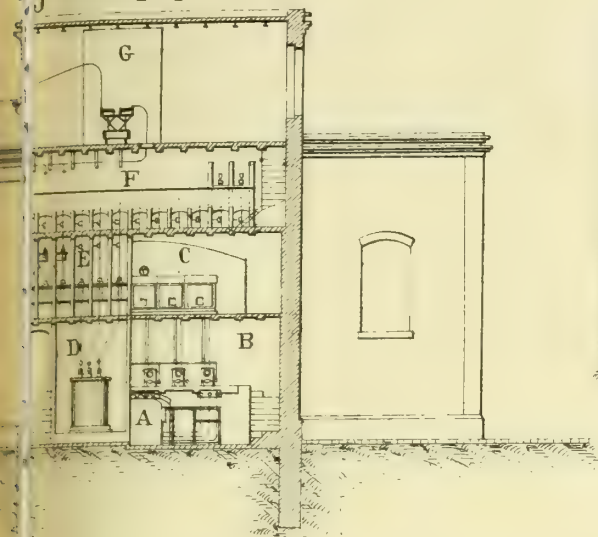


Fig. 3. Plan

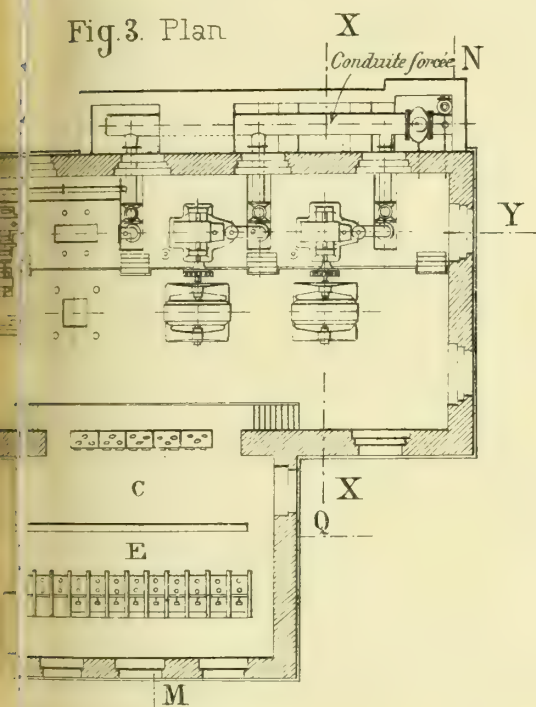


Fig 8 Vue de cote

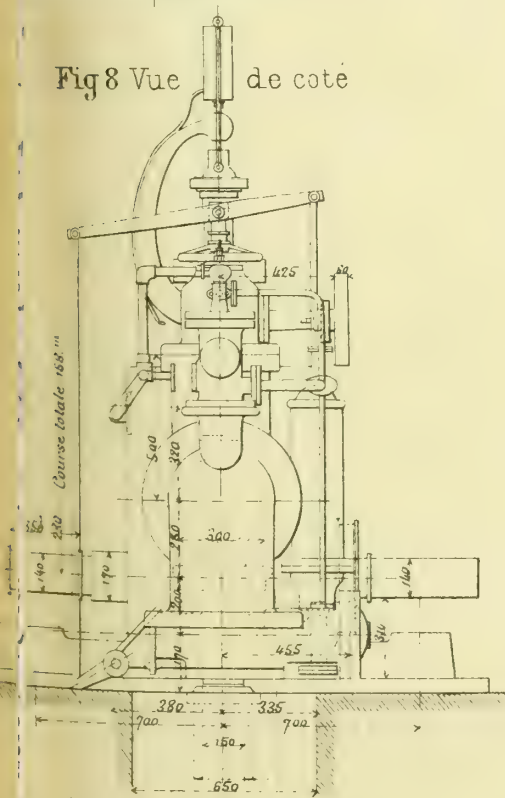


Fig. 5. Coupe par XX

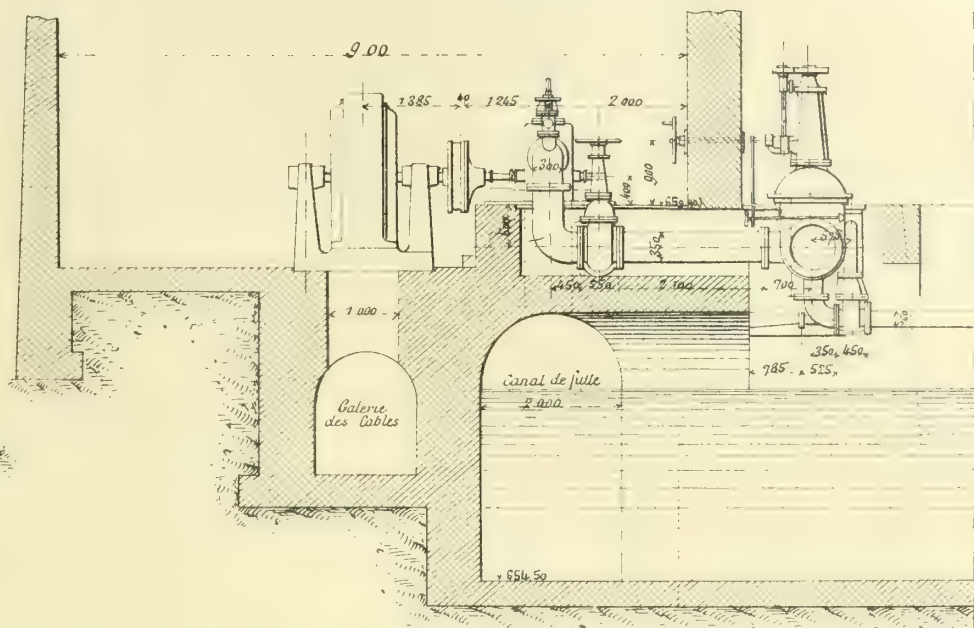


Fig. 6 à 10. Turbines à haute pression pour les alternateurs

Fig. 9. Plan

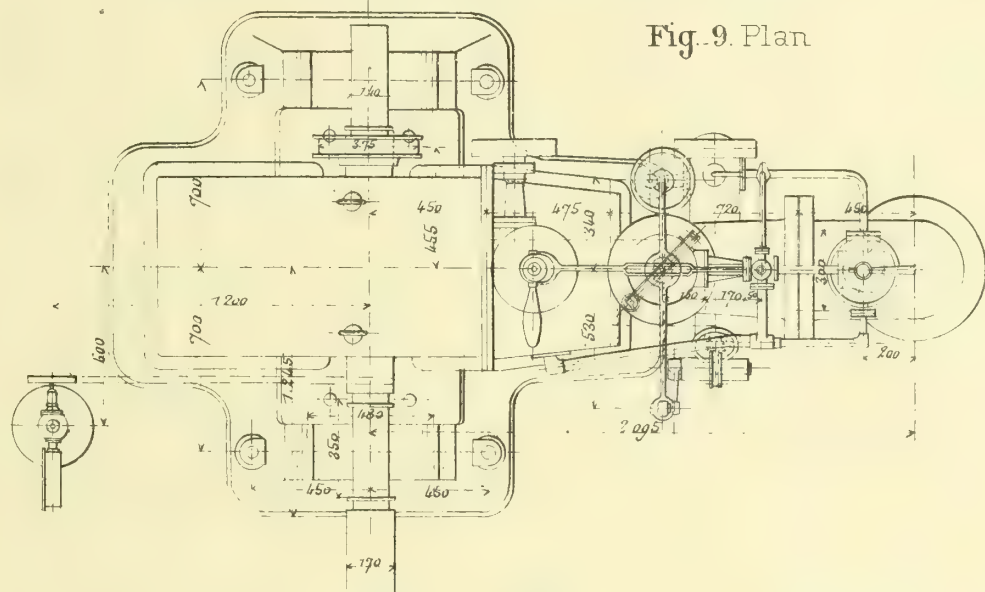
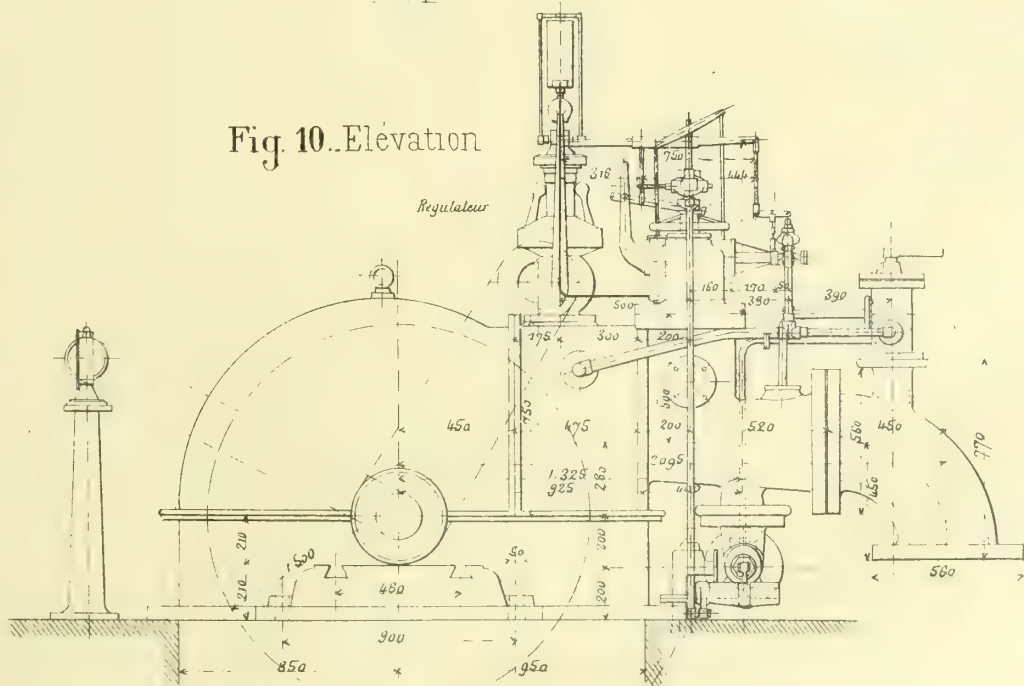


Fig. 10. Elevation



conduite forcée. Celle-ci, longue de 898^m 10, construite en tuyaux de tôle d'acier, en partie rivés et en partie soudés, amène l'eau à l'usine, située près de la route de Gromo. Un canal de fuite très court ramène l'eau dans le Goglio.

Ouvrages de prise d'eau. — Barrage de dérivation. — Le barrage de dérivation repose sur un socle en maçonnerie très solide (fig. 5). Il a une section trapézoïdale, dont la base a 3 mètres et la crête 1^m 50 d'épaisseur. Sa hauteur au-dessus du massif de fondation atteint 4^m 40. Le côté d'aval du barrage et la crête sont revêtus d'un parement en pierres taillées. L'arête supérieure se trouve à l'altitude de 981 mètres.

Immédiatement après, vient un canal de dérivation, long d'environ 13 mètres. A l'entrée, sa largeur est de 2^m 10, et le fond se trouve à 0^m 70 au-dessous de la crête du barrage (fig. 3 et 4). A sa partie inférieure se trouve une vanne de décharge qui renvoie les eaux dans le torrent au moyen d'un canal à gradins très court.

Le canal d'amenée n'a, à l'entrée, qu'une largeur de 0^m 75, et le fond en est surélevé de 0^m 60 par rapport à celui du canal de décanation.

Un autre canal amène les eaux du Sanguigno dans le Goglio au-dessus du barrage de prise d'eau (fig. 2). Ce canal, long de 135 mètres, a une section constante de 0^m 30 de largeur sur 0^m 50 de hauteur. Les côtés sont en maçonnerie, le fond en béton, et le tout est recouvert de dalles en pierres.

Canal d'amenée. — La nature spéciale du terrain dans lequel se trouve établi le canal d'amenée fit qu'on se décida à le construire en presque totalité en tranchée, et couvert, afin de le préserver du gel et des éboulements. Sur quelques sections, d'une longueur totale de 263 mètres, il se trouve en galerie. Les piédroits sont en maçonnerie; le fond est en béton de ciment Portland, et la voûte, en briques, est recouverte d'une chape de ce même ciment. La section mouillée, réglée par quatre déversoirs répartis le long du canal, forme un rectangle de 0^m 75 de largeur sur 0^m 70 de hauteur. La hauteur libre entre le niveau de l'eau est de 0^m 30 sur les côtés et de 0^m 38 à la clef.

La pente du canal est de 0^m 0015 par mètre courant, ce qui, pour une longueur de 2250 mètres entre la vanne d'entrée du canal d'amenée et le bassin de prise d'eau de la conduite forcée, donne une différence de niveau d'environ 3^m 40.

Le canal d'amenée suit une ligne sinueuse sur la rive gauche du Goglio. On a ménagé à chaque hectomètre des ouvertures pour son inspection.

Bassin de mise en charge pour la conduite forcée. — Le canal d'amenée débouche (fig. 9 et 10) dans un bassin formé par un élargissement du canal lui-même sur une longueur de 22 mètres. Le fond, dont la pente est dirigée vers la chambre d'eau, est en contre-bas, de 1^m 10 en amont et de 1^m 35 en aval, par rapport au fond du canal.

Immédiatement après, vient la chambre d'eau, précédée d'une grille de garde. Elle a une profondeur de 3^m 60, mesurée à partir du niveau de l'eau, et sa section, qui est de 2^m 50 × 2^m 50 à la surface de l'eau, va en diminuant graduellement pour être, au fond, égale à celle du tube de la conduite forcée. Les parois, en ciment Portland, reposent sur un bloc de fondation de même nature. Le petit édifice en maçonnerie (de 3^m 30 × 3^m 20) qui la surmonte est relié téléphoniquement à l'usine.

Conduite forcée. — A cause des difficultés que présentait le terrain, pour l'établissement, entre la chambre d'eau et l'usine, d'une conduite forcée rectiligne, on se décida à la construire de telle façon qu'elle présente en projection horizontale deux tronçons rectilignes raccordés par une courbe de 100 mètres de rayon. Sa projection verticale se compose, d'autre part, de neuf tronçons rectilignes réunis par des raccords spéciaux. La courbe de 100 mètres de rayon repose dans une galerie taillée dans le roc vif.

La conduite forcée se compose d'un tuyau en tôle d'acier ayant un diamètre intérieur de 0^m 65; les tronçons sont rivés longitudinalement jusqu'au point où la pression statique atteint 16 atmosphères. Au delà, la conduite est formée de tubes soudés, de 10 mètres de longueur, assemblés au moyen de brides. Elle est souterraine sur toute sa longueur; des fosses d'inspection en maçonnerie, recouvertes en bois, se trouvent à chaque joint. Un seul joint de dilatation a été intercalé à environ 120 mètres de l'extrémité inférieure.

La longueur totale de la conduite en projection horizontale est de 823 mètres; développée suivant l'axe du tube, elle est de 898^m 10.

La conduite forcée passe en galerie au-dessous de la route communale de Valgoglio, et au-dessous de la route provinciale, dans la vallée du Serio, un peu en amont de l'usine hydro-électrique.

Bâtiments de l'usine et logements pour le personnel. — L'usine (fig. 1 à 5, pl. X) se trouve sur la rive gauche du Goglio et se compose de deux corps de bâtiments adjacents: le premier destiné aux turbines et aux générateurs, et le second aux transformateurs, rhéostats, tableaux, coupe-circuits, parafoudres, etc.

La chambre des machines, dans laquelle se trouvent: trois groupes générateurs de 750 kilowatts chacun, dont l'un sert de réserve, et deux groupes excitateurs de 25 kilowatts, a 22 mètres de longueur sur 9 mètres de largeur. Elle est parcourue dans le sens de la longueur par un pont roulant.

Le deuxième bâtiment se compose d'un sous-sol et de trois étages, longs chacun de 10 mètres et larges de 7 mètres.

A proximité et en bordure de la route provinciale se trouvent les bâtiments pour le logement du personnel.

Turbines. — Les turbines des groupes générateurs (fig. 6 à 10, pl. X) sont des turbines-roues Pelton, d'un modèle normal, à réglage par régulateur à force centrifuge et servo-moteur. Le diamètre de la roue motrice est de 1500 millimètres. Elles sont calculées pour une puissance normale de 750 kilowatts, un débit de 340 litres par seconde et une hauteur de chute utile de 295 mètres.

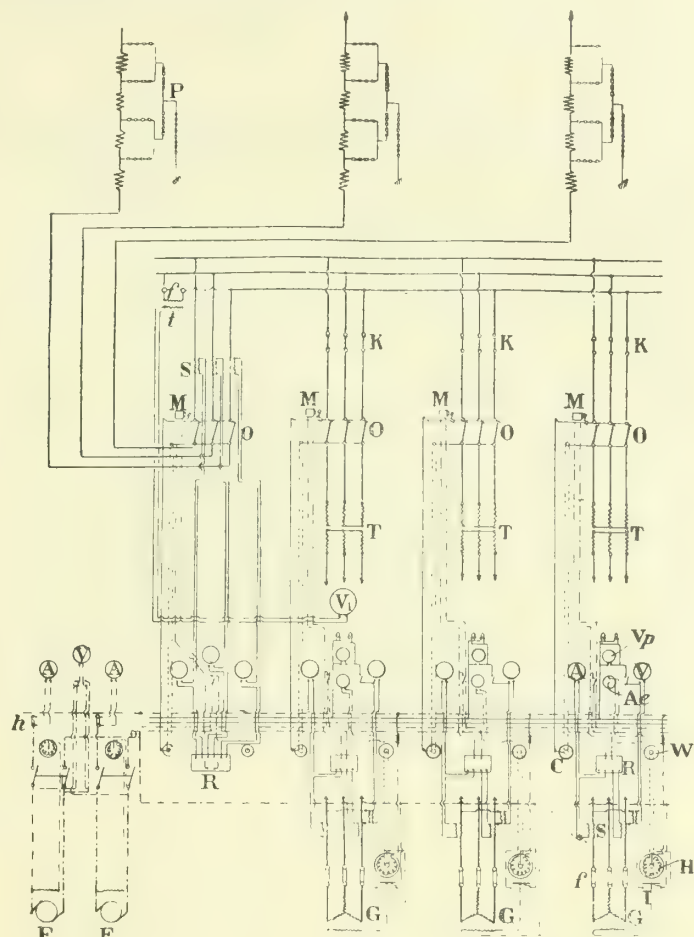


FIG. 11. — Schéma des connexions de l'usine de Gromo.

A, ampèremètre; — Ae, ampèremètre d'excitation; — C, commande de l'interrupteur; — E, excitateurs; — G, générateurs; — H, rhéostat d'excitation en série; — I, interrupteur pour le circuit d'excitation; — K, pièces de connexion amovibles à haute tension; — M, électro-aimant de déclenchement; — O, interrupteur automatique à huile; — P, parafoudres; — R, relais; — S, transformateurs de mesure; — T, transformateurs; — V, voltmètre; — Vp, voltmètre de phase; — Vt, voltmètre des barres collectrices; — W, commande du rhéostat; — f, coupe-circuits fusibles; — h, shunt.

Les turbines des excitateurs sont du même type. Le diamètre de la roue motrice est de 900 millimètres. Elles sont calculées pour une puissance normale de 25 kilowatts, un débit de 10 litres par seconde et une hauteur de chute utile de 295 mètres.

Installation électrique. — L'installation est calculée pour une puissance de 1500 kilowatts. La ligne est calculée pour une puissance totale double, car l'on songe à installer, à quelques kilomètres de la première, une seconde station centrale de même puissance, et à les faire marcher en parallèle.

USINE GÉNÉRATRICE DE GROMO. — La figure 11 représente le schéma des connexions de la station centrale.

Chaque alternateur de 750 kilowatts, relié directement à la turbine par un accouplement Zoddell, travaille directement sur un transformateur de 850 kilovoltampères; celui-ci reçoit le courant à 4000 volts, le transforme à 40000 volts et l'envoie sur les barres collectrices. Les interrupteurs nécessaires pour la marche en parallèle de chaque groupe se trouvent donc sur le circuit à 40000 volts des transformateurs.

Cette disposition, déjà utilisée par la maison Brown, Boveri et Cie, dans les installations à 20000 volts de Côme (Lombardie) et à 26000

volts de Fure et Morge (Isère) (1), est la caractéristique d'une étape remarquable dans la construction des centrales électriques. Il y a quelques années, le moteur mécanique était relié au générateur électrique par des courroies, câbles, etc., et l'on cherchait par des dispositifs mécaniques compliqués à pouvoir actionner chaque dynamo par chaque moteur de l'usine. Plus tard, pour simplifier et gagner de la place, on accoupla directement le moteur et la dynamo, tout en laissant les transformateurs en dehors de cette combinaison. Aujourd'hui, pour simplifier encore davantage (et l'expérience montre qu'on peut le faire sûrement) on groupe en une même unité une turbine, un alternateur et un transformateur (2).

En supprimant les barres collectrices entre génératrice et transformateur, on réduit de moitié le nombre des appareils de mesure nécessaires pour le contrôle et le service de l'usine. Les petits transformateurs pour les ampèremètres et voltmètres, ainsi que les relais pour la mise en marche des interrupteurs automatiques, sont branchés sur la basse tension (4 000 volts) et coûtent beaucoup moins cher que pour 40 000 volts. Il suffit de tenir compte du rapport de transformation pour mesurer simultanément le courant et la tension du circuit à 4 000 et du circuit à 40 000 volts.

Pour chaque groupe générateur se trouvent, entre les interrupteurs à haute tension pour 40 000 volts et les barres collectrices de courant, des déconnecteurs qui permettent de mettre les interrupteurs hors tension.

L'interrupteur à haute tension, à bain d'huile, est à déclenchement automatique; il peut être actionné à la main, ou électriquement par un relais bipolaire à maximum, branché sur les transformateurs de courant. Le courant pour les aimants de déclenchement des interrupteurs à haute tension est pris sur les barres collectrices d'excitation. On n'a pas prévu de coupe-circuits fusibles pour les circuits d'excitation.

Les barres collectrices alimentent une seule ligne. Le courant arrive à Nembro, où il sert à l'éclairage et à la marche des moteurs des usines de la maison Crespi et Cie, sous une tension de 38 000 volts; il est transformé à l'arrivée en courant à 500 volts.

Le schéma de la station transformatrice de Nembro présente les mêmes dispositions générales que celui de la station génératrice de Gromo. Ces deux stations sont reliées par une ligne téléphonique de service posée sur les mêmes poteaux que la ligne principale.

Alternateurs. — Les alternateurs (fig. 3, pl. X) à 12 pôles, à champ inducteur tournant et connectés en étoile, développent chacun 750 kilowatts, pour $\cos \varphi = 0,8$. Ils engendrent des courants triphasés sous une tension de 4 000 volts avec une fréquence de 50 périodes par seconde; leur vitesse normale est de 500 tours par minute. Leur rendement, excitation comprise, est garanti : 93 % à pleine charge et 89,5 % à demi-charge. La chute de tension atteint : 7 % avec $\cos \varphi = 1,0$, 20 % avec $\cos \varphi = 0,8$.

L'armature, les pôles et les épanouissements polaires sont d'une seule pièce en acier coulé. Le poids d'un alternateur est de 13 tonnes.

Excitatrices. — Chaque excitatrice, de 25 kilowatts (fig. 3, pl. X), a 6 pôles, tourne à 800 tours par minute et fournit 275 ampères sous 115 volts. La carcasse est en acier coulé, les pôles sont feuilletés. Ces machines possèdent des enroulements à tambour avec armature dentée. Leur rendement est garanti : 89 % à pleine charge et 87,5 % à demi-charge.

Transformateurs. — Leur puissance est de 850 kilovoltampères à 50 périodes par seconde avec le rapport de transformation $\frac{4000}{40000}$

volts. Leur rendement à pleine charge atteint 97,8 %, alors que le rendement garanti était de 97 %, $\cos \varphi$ étant égal à 1. La chute de tension pour $\cos \varphi = 1$, à pleine charge, est de 0,76 %; elle atteint 2,6 %, à pleine charge, pour $\cos \varphi = 0,7$.

L'isolation entre les enroulements primaire et secondaire a été essayée avec une tension de 67 000 volts.

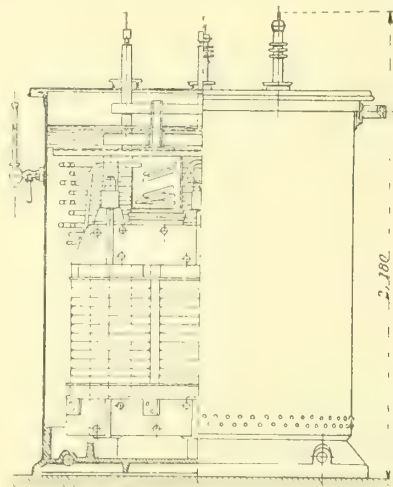


FIG. 12. — Transformateur de 850 kilowatts.

Ce sont des transformateurs à noyaux, à bain d'huile, avec refroidissement à eau : chacun d'eux emploie 18 litres d'eau par minute. Leurs dimensions sont : $1^m 60 \times 1^m 36 \times 2^m 18$. Les noyaux forment trois colonnes verticales, situées dans un même plan, reliées à leurs extrémités supérieures et inférieures par des culasses en tôles minces. Les enroulements primaire et secondaire forment des cylindres concentriques séparés par un isolant. Pour plus de sûreté, l'enroulement à haute tension est subdivisé en une série de petites bobines. La tension dans chacune de ces bobines n'atteint qu'environ 300 volts.

Disposition et particularités des appareils. — Quoique le schéma soit des plus simples (fig. 11), surtout pour ce qui concerne les circuits à 40 000 volts, l'étude et l'exécution de cette installation furent faites avec un soin extrême, au point de vue de l'isolation des conducteurs entre eux et entre ceux-ci et la terre; tout danger de décharge et de formation d'arcs électriques entre conducteurs présentant entre eux des différences de tension a été complètement écarté. La disposition adoptée est la suivante :

Le sous-sol est divisé en deux parties : la première est située à $1^m 2$ au-dessous du niveau de la salle des machines; on y trouve les rhéostats de réglage et les appareils des circuits à 4 000 volts; sous le plancher se trouvent les canalisations arrivant de la salle des machines. La deuxième, située à $2^m 7$ au-dessous du niveau de la salle des machines, contient les transformateurs.

Le premier étage est, lui aussi, divisé en deux parties : dans la première, ouvrant sur la salle des machines, se trouvent les panneaux de manœuvre et de distribution avec les appareils de mesure et les volants de commande; dans la deuxième, se trouvent les interrupteurs automatiques à haute tension et les trois transformateurs de courant de la ligne de départ.

Le deuxième étage est réservé aux barres collectrices et au transformateur de tension branché sur ces barres.

Le troisième étage contient les parafoudres et la sortie de la ligne.

Les câbles à 4 000 volts, ceux pour l'excitation des générateurs et des excitatrices se trouvent dans un canal commun qui, passant sous les rhéostats de réglage et les échafaudages des appareils à 4 000 volts, les conduit dans le sous-sol. Dans le canal et dans le sous-sol, tous les câbles sous tension sont protégés par des parois en tôle perforée.

On a prévu, pour chaque générateur, un bâti en fer pour appareils à basse tension. Chacun d'eux, adossé à la muraille mitoyenne entre la première et la deuxième partie du sous-sol, supporte trois coupe-circuits fusibles à haute tension, unipolaires, pour le courant des générateurs, un transformateur de tension et deux transformateurs de courant.

Derrière, partent à travers le mur mitoyen pour aboutir dans l'espace réservé aux transformateurs, trois câbles enfermés chacun dans un tuyau en verre épais passant à l'intérieur d'un tuyau en poterie encastré dans le mur.

Pour les appareils fonctionnant à 40 000 volts, on a rendu impossible la formation d'un arc entre les différentes barres collectrices en interposant entre elles une paroi de matériaux incombustibles. Ces barres sont placées sur des isolateurs dans trois compartiments parallèles, de telle façon que chaque barre est séparée de sa voisine par une paroi de 120 millimètres d'épaisseur.

Les isolateurs d'un modèle normal ne suffisant plus, on créa un nouveau type. Cet isolateur, qui provient de la fabrique de porcelaine de Hermsdorf, est composé de trois pièces différentes qui sont cuites séparément, puis émaillées ensemble; il est muni de quatre profondes rainures. Chaque isolateur fut soumis, avant sa livraison, à une tension de 100 000 volts.

Au-dessous des barres collectrices se trouvent au premier étage les interrupteurs à haute tension. Pour ne pas obtenir de pièces trop lourdes, on a employé pour chaque ligne triphasée trois interrupteurs à huile, unipolaires, fonctionnant simultanément.

Chacun de ces interrupteurs est isolé par une paroi en maçonnerie, à laquelle sont fixés les supports. Il se trouve dans un réduit de 600 millimètres de largeur, à la partie supérieure duquel se trouve une ouverture pour la jonction entre l'interrupteur et les barres collectrices. A cet endroit, se trouve une pièce de connexion amovible qui permet de mettre tout le réduit correspondant hors tension lorsqu'on veut le nettoyer ou vérifier les appareils.

Ce déconnecteur se compose d'une barre de cuivre avec goupilles d'arrêt, mobile dans deux coulisses montées sur isolateurs à haute tension. Au moyen d'une canne en bois qui porte à sa partie supérieure un isolateur à haute tension, on peut faire sortir les barres de cuivre des coulisses supérieures, et mettre le réduit hors tension. Pour plus de sécurité, le support au moyen duquel l'isolateur est fixé sur la canne en bois est mis à la terre par une chaînette en métal.

On peut ainsi, lorsque les interrupteurs sont ouverts, manœuvrer les déconnecteurs sans aucun danger.

L'interrupteur unipolaire, pour cette tension de 40 000 volts, présente des particularités intéressantes que nous allons étudier en détail.

(1) Voir le Génie Civil, t. XLII, n° 4, p. 49.

(2) Le même principe a été appliqué aux centrales électriques à vapeur par MM. C. H. Merz et W. Maclellan, dans leurs plans de la « Carville Power Station » pour la « Newcastle on Tyne Electric Supply Co », qui associent spécialement un groupe de chaudières avec un groupe générateur qu'elles fournissent de vapeur.

La manœuvre a lieu par mouvement rotatif; cette solution paraît la meilleure, pour un appareil de ce genre, sur lequel, la plupart du temps, on doit agir à distance; l'endroit où l'on place l'interrupteur peut être beaucoup plus indépendant de celui où se trouvent les tableaux de manœuvre, avec ce mouvement de commande qu'avec tout autre.

L'interruption de courant est multiple; les contacts de rupture ainsi que toutes les parties métalliques sous tension se trouvent plongés dans un bain d'huile, de sorte que le niveau supérieur de l'huile ne touche que des matériaux isolants ou des parties d'appareil mises à la terre.

Les réservoirs à huile sont très facilement démontables, et l'on peut vérifier commodément les contacts. Les parties conductrices du courant ont été largement dimensionnées. Pour éviter la fusion des contacts principaux, on a prévu de petits contacts entre lesquels l'étincelle de rupture doit se produire et qui sont facilement interchangeables. Pour éteindre plus sûrement l'étincelle, on a construit les contacts de telle façon qu'au moment de la rupture l'huile est projetée avec force contre ceux-ci.

Le courant est interrompu six fois simultanément pour chaque conducteur. Comme la course décrite par les contacts est d'environ 8 centimètres, la longueur totale de l'interruption est, en tenant compte de la hauteur des contacts, d'environ 35 centimètres. Cette distance dans l'huile est certainement bien suffisante pour une tension de 40 000 volts. En outre, il ne faut pas oublier que pour un circuit, il y a deux conducteurs qui entrent en jeu; cela fait donc que le courant est interrompu douze fois simultanément par phase. Cet interrupteur, qui a été exécuté unipolaire pour cette installation, est aussi construit tripolaire, mais les réservoirs à huile sont toujours distincts pour chaque phase.

Par un mouvement de rotation qui met en jeu un système à manivelle, les contacts sont fermés tandis que les ressorts des interrupteurs, fixés à des coulisseaux, sont tendus. Si l'on tourne la manivelle au delà du point mort, l'interrupteur reste de lui-même fermé et cette disposition est employée lorsque l'interrupteur est manœuvré à la main. Lorsque le déclenchement de l'interrupteur doit se produire automatiquement, la manivelle n'arrive pas tout à fait jusqu'au point mort, et l'interrupteur est maintenu fermé par une came et un cliquet. Si l'on soulève le cliquet, la tension des ressorts provoque le déclenchement de l'interrupteur. Dans les petits modèles, ce soulèvement du cliquet est effectué directement par un électro-aimant. Ici, comme le soulèvement du cliquet des trois interrupteurs doit être effectué pour les trois simultanément par un arbre commun de déclenchement, ce mouvement de rotation de l'arbre est produit la plupart du temps par la chute d'un poids, chute provoquée par un électro-aimant (fig. 11). Lorsqu'on ferme l'interrupteur, le poids est ramené en même temps à sa position initiale et reste prêt à accomplir une nouvelle chute. Un arbre de manœuvre, commun aux trois interrupteurs, porté par des coussinets fixés à la maçonnerie, agit sur les axes des interrupteurs au moyen de roues dentées et de chaînes. Un volant de commande fixé aux tableaux de manœuvre (fig. 13) met en mouvement cet arbre au moyen de câbles, chaînes et roues dentées.

Par la force emmagasinée dans les ressorts des interrupteurs, l'arbre de commande est ramené à sa position initiale lorsque le déclenchement des interrupteurs se produit; le système de commande à distance est ramené à vide à sa position initiale par l'homme de service aux tableaux, immédiatement après qu'il a fermé les interrupteurs.

Une inscription « Volant à retourner en arrière », apparaissant lorsque l'interrupteur est fermé, lui rappelle cette prescription. S'il oubliait de le faire, la force emmagasinée dans les ressorts des interrupteurs suffirait d'ailleurs à ramener tout le dispositif de commande à sa position initiale, comme des essais l'ont démontré.

Le déclenchement des interrupteurs, s'il n'est pas produit automatiquement par le relais à maximum, peut avoir lieu à la main. Il suffit de tirer sur un bouton spécial. On peut aussi fermer le circuit de l'électro-aimant de déclenchement au moyen d'un contact à pression.

Le relais à maximum est construit d'après le principe de Ferraris. Un disque léger en aluminium peut tourner entre les pôles d'un électro-aimant à courant monophasé, branché sur les bornes secondaires d'un transformateur de courant intercalé dans le circuit principal. Le couple produit par les courants de Foucault, qui se développent à l'intérieur de ce disque, est équilibré par un petit poids suspendu à un fil de soie. Sitôt qu'une surcharge se produit, l'équilibre est rompu, le fil de soie s'enroule sur un tambour et le poids, arrivé au bout de sa course, ferme le circuit de l'électro-aimant. Si la surcharge n'est pas suffisante pour produire ce mouvement jusqu'au bout, l'équilibre

se rétablit et le poids revient de lui-même à sa position initiale. Par la plus ou moins grande longueur du fil de soie, on règle très simplement le temps nécessaire correspondant à une surcharge donnée, pour fermer le circuit de l'électro. Ainsi l'appareil est à maximum et à action différée. La fermeture du circuit de l'électro ne se produira, dans le cas de surcharges faibles, que si celles-ci durent assez longtemps et deviennent dangereuses pour les machines, tandis que dans le cas de fortes surcharges, la fermeture du circuit se produit aussitôt. Le relais est normalement unipolaire, mais on peut en réunir deux ou trois pour former un appareil bi ou tripolaire.

Tableaux de manœuvre et de distribution. — Les tableaux de manœuvre et de distribution (fig. 13), ont la forme de pupitres inclinés; dans la table en fonte sont encastrés les appareils de mesure. Les tableaux sont placés sur une galerie, dans l'ouverture donnant du bâtiment des appareils dans la salle des machines, de telle façon que le mécanicien chargé de la manœuvre puisse facilement surveiller et ses appareils et les machines.

Les tableaux ne contiennent que des appareils et des pièces traversés par du courant à basse tension. Toute la construction est divisée en

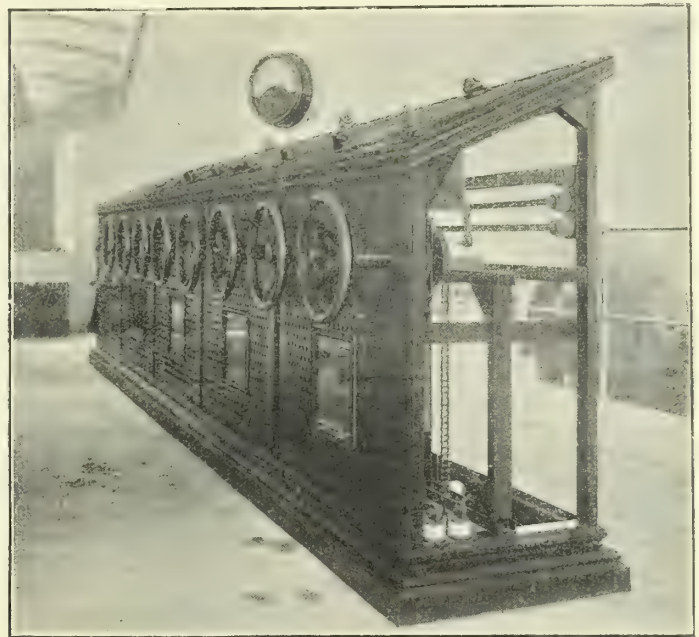


Fig. 13. — Tableaux de manœuvre et de distribution.

cinq panneaux, trois pour les générateurs, un pour l'excitation et un pour la ligne.

Chacun des panneaux pour les générateurs et la ligne possède deux volants de commande: l'un pour la manœuvre des interrupteurs à huile à haute tension, l'autre pour le réglage de la tension. Les volants de manœuvre des régulateurs de tension des trois générateurs peuvent être accouplés, de sorte que de chaque panneau on peut faire le réglage simultané des trois unités.

Sous les volants de manœuvre se trouvent enfermés dans la paroi et protégés par des vitres: pour chaque panneau de générateur, un relais bipolaire à maximum; et, pour le panneau de la ligne, un relais tripolaire à maximum.

Les contacts à pression pour le déclenchement électrique des interrupteurs à haute tension, les lampes de phase et leurs interrupteurs se trouvent montés sur la table. Le bouton que l'on doit tirer pour opérer le déclenchement mécanique des interrupteurs à haute tension se trouve monté dans l'un des volants de manœuvre.

Le tableau pour l'excitation possède deux volants de commande pour le réglage du shunt des dynamos et deux leviers doubles pour les interrupteurs bipolaires. Le voltmètre général est monté au milieu, comme le montre la figure.

Les rhéostats de réglage pour les inducteurs des générateurs se trouvent dans le sous-sol, directement au-dessous des tableaux de manœuvre, et peuvent être contrôlés sans aucun danger durant la marche de l'usine.

Dans le prochain numéro, nous donnerons la description de la station réceptrice de Nembro et du projet de barrage-réservoir sur le lac Nero.

L.-J. SIDLER,
Ingénieur.

(A suivre.)

MÉTALLURGIE

LES ALLIAGES DE CUIVRE

État actuel de nos connaissances théoriques et pratiques.

(Suite¹.)

III. ALLIAGES DE CUIVRE ET DE ZINC. — Laitons. — Nous appellerons *laitons* tous les alliages de cuivre et de zinc, bien qu'ils reçoivent des noms différents suivant leurs teneurs en cuivre et qu'on appelle plus spécialement laitons les alliages d'une teinte franchement jaune. Bien qu'ils aient été connus dès la plus haute antiquité, leur fabrication s'est développée en Angleterre où elle fut introduite vers 1740 par les Turner. Des usines s'élevèrent à Bristol, Macclesfield et Cheadle, etc. Le laiton y était obtenu par un procédé complètement abandonné actuellement. En France, cette fabrication s'est développée d'une façon toute particulière dans le département de l'Eure. Il faut, croyons-nous, attribuer ce fait à l'existence, dans cette contrée, d'importantes forêts qui permettaient d'alimenter les usines en bois, seul combustible utilisé pendant de longues années pour le recuit des alliages de cuivre.

Étude théorique. — Courbes de fusibilité et de refroidissement. — Mallet fut le premier à déterminer les points de fusion de différents alliages de cuivre-zinc, et il montra qu'aux environs de 33 % de cuivre le point de fusion tombait presque subitement. M. Charpy, qui reprit la question avec une grande précision, obtint les résultats suivants qui sont résumés dans la courbe (fig. 1) et le tableau suivant :

CUIVRE %	POINTS DE FUSION	CUIVRE %	POINTS DE FUSION
100	1 054	31,0	860-845
90,5	1 020	30,7	820-805
80,3	1 000	31,0	790
69,5	945	25,4	700
60,2	880	20,4	600-785

En somme, on obtient deux courbes se rejoignant en un point qui correspond au composé CuZn^2 et au pourcentage de 32,8 % de cuivre.

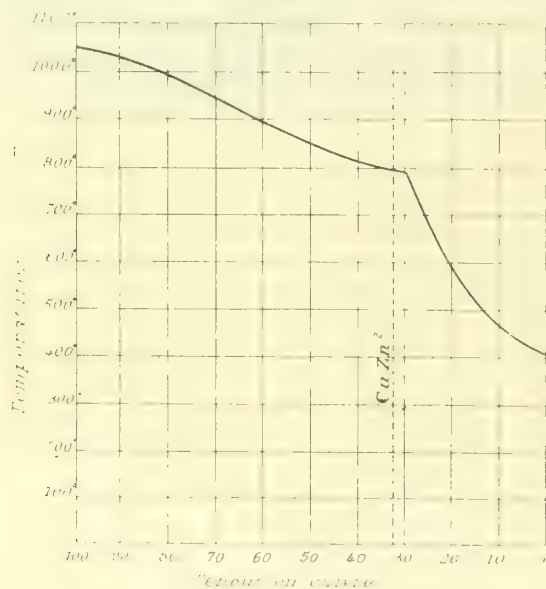


Fig. 1. — Courbe de fusibilité des alliages cuivre-zinc, d'après M. Charpy.

Roberts-Austen appliqua sa méthode aux alliages cuivre-zinc; il montra ainsi que les alliages renfermant moins de 30 % de zinc n'ont qu'un seul point de solidification, très peu différent de celui du cuivre. Les alliages contenant plus de 30 % de zinc ont un second point de solidification peu supérieur à celui du zinc. MM. Heycock et Neville étudièrent les alliages très riches en zinc et prouvèrent que jusqu'à 1 % de cuivre (proportion comptée en nombre d'atomes %) les points de fusion se trouvent sur une droite qui part du point de fusion du zinc et que pour les alliages renfermant de 3 à 7 % de cuivre, on a une seconde droite presque horizontale et qui correspond à la température de 424 degrés.

Enfin, M. Shepherd a donné (2) les résultats de ses recherches, sur les

alliages de cuivre-zinc. Bien qu'en contradiction sur de nombreux points avec les études antérieures, ce travail précise d'une façon très nette la constitution de ces alliages. L'observation des courbes de refroidissement a permis à M. Shepherd de retrouver la courbe publiée par Roberts-Austen; elle a permis, en outre, de préciser un point qui avait presque échappé à ce savant : il s'agit du point qui donne la droite Nn qui s'étend sur une certaine étendue. La ligne $e'e''$ donnée par Roberts-Austen n'a pas été retrouvée. Quant à la courbe de commencement de solidification, elle est formée de six branches, auxquelles correspondent six phases qui, d'après l'auteur, sont toutes des solutions solides; aucune n'est formée par un composé défini. Le tableau suivant résume la composition des phases :

COMPOSITION DU LIQUIDUS	COMPOSITION DU SOLIDUS	LIMITE DE COMPOSITION DES CRISTAUX A 400°
100 — 63 % Cu	71 — 100 % Cu	64 — 100 % Cu
63 — 40 % Cu	45 — 64 % Cu	51 — 53,5 % Cu
40 — 19 % Cu	31 — 40 % Cu	31 — 40 % Cu
19 — 12 % Cu	23 — 30 % Cu	Instable.
12 — 2 % Cu	13 — 19 % Cu	13 — 19 % Cu
2 — 0 % Cu	0 — 2,5 % Cu	2 — 2,5 % Cu

Le diagramme assez complexe que reproduit la figure 2, donne la composition des différents alliages aux différentes températures supérieures à 400 degrés (au-dessous il n'y a aucune transformation). Ce diagramme a été obtenu, non seulement au moyen des courbes de refroidissement, mais aussi par une étude microscopique très détaillée.

Micrographie. — La micrographie des alliages cuivre-zinc a été étudiée par MM. Behrens, Charpy, H. Le Chatelier, et par M. Shepherd. Nous résumerons seulement le travail de ce dernier.

Les réactifs employés ont été un mélange d'ammoniaque et d'eau oxygénée plus ou moins diluée et la potasse diluée. Les alliages qui renferment plus de 70 % de cuivre ne présentent pas de différence, qu'ils soient fondus ou recuits, ainsi que le fait prévoir le diagramme. Ils présentent tous des dendrites bien connues, rappelant la phase α des bronzes; quand on recuit ces alliages, on fait disparaître le réseau de dendrites et on obtient de grandes plages uniformes. Pour ces concentrations, qui correspondent à la partie BC du liquidus, les cristaux β se séparent d'abord. Ils ont une couleur de cuivre brillant.

Si l'on trempe un des alliages situés dans l'aire $b_1b_2b_3b_4$ (fig. 2), on trouve des polyèdres formés par une solution solide $\alpha + \beta$, tandis que si l'on considère l'alliage recuit à 700 degrés ou au-dessous, on

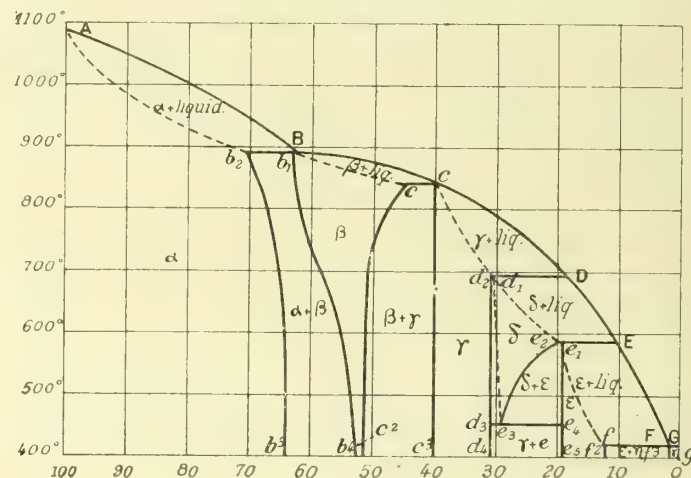


Fig. 2. — Diagramme général des alliages cuivre-zinc.

trouve des cristaux de α , qui se sont séparés de la solution solide $\alpha + \beta$ (fig. 4). A 52,2 % de cuivre, on a du β pur, qui ne se dissocie jamais par le recuit. L'alliage à 50 % trempé à 800 degrés ou coulé dans l'eau donne du β pur. S'il est trempé à température plus basse, les cristaux γ se séparent de la masse; ces cristaux sont blancs. Le recuit développe d'ailleurs ces cristaux. Pour les alliages de la région $cc_1c_2c_3$ on obtient un mélange de $\beta + \gamma$. Dans l'espace $cc_3d_1d_2d_3$ on obtient la solution γ pure.

Pour les produits renfermant moins de 31 % de cuivre, le diagramme indique très nettement les transformations qui ont lieu. C'est ainsi que les alliages à 28 et 30 % de cuivre donneront des résultats très différents s'ils ont été recuits au-dessous de 450 degrés ou au-dessus. Dans le premier cas, on trouve un mélange de γ et δ .

Quand on recuit et trempe à 640 degrés l'alliage à 30 %, on trouve de grands lobes arrondis de δ incorporés dans un magma sombre. Entre

(1) Voir le Génie Civil, t. XLVII, n° 8, p. 126, et n° 9, p. 145.

(2) The Journal of Physical Chemistry, juin 1904, p. 121.

12 et 2,5 % de cuivre, le métal fondu et recuit se ressemble beaucoup. Ceci est logique, puisque la phase est stable à toute température inférieure au point de fusion.

Les alliages renfermant moins de 2,5 % de cuivre sont tous semblables comme structure; ils sont homogènes après recuit.

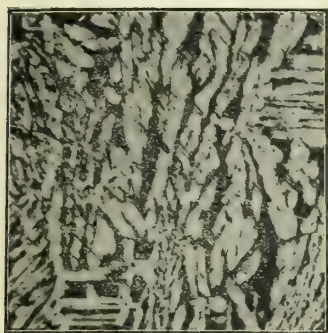


FIG. 3.
Laiton à 59 % Cu et 41 % Zn.
Grossissement : 200 diamètres.

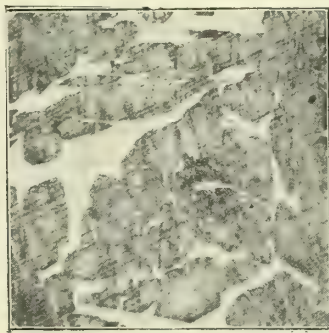


FIG. 4.
Laiton à 67 % Cu et 33 % Zn;
non recuit.
Grossissement : 200 diamètres.

Parmi les déterminations qui ont accompagné les points de transformation et la micrographie dans le travail de M. Shepherd, il faut ajouter la coloration, qui offre une relation très nette avec la constitution :

COMPOSITION EN CUIVRE %	CONSTITUTION DE L'ALLIAGE	COULEUR DU MÉTAL LIME	COULEUR DE LA CASSURE
100-63	$\alpha + \beta$	Allant du rouge au jaune.	Jaune.
63-34	$\beta + \alpha$	Jaune rougeâtre au fond jaune.	Jaune or.
34-31	β	Jaune rougeâtre.	Rouge jaunâtre.
31-43	$\beta + \gamma$	Jaune rougeâtre.	Rouge jaunâtre.
42-40	$\gamma + \beta$	Rouge jaunâtre.	Argenté avec nuance rosée
40-30	γ	Argent.	Argent très brillant.
30-20	$\gamma + \varepsilon + \delta$	Argent gris à gris bleu.	Argent gris.
20-13	ε	Gris bleuté.	Gris bleuté.
13-2,5	$\varepsilon + \eta$	Gris bleuté de plus en plus clair.	Zinc.
2,5-0	η	Zinc.	Zinc.



FIG. 5.
Laiton à 48 % Zn.
Grossissement : 200 diamètres.

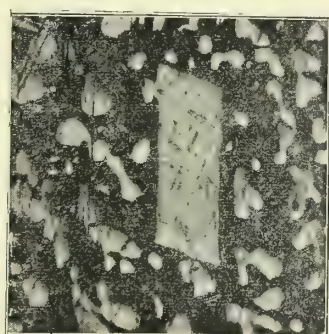


FIG. 6.
Laiton à 6,6 % Cu et 93,4 % Zn.
Grossissement : 200 diamètres.

En résumé, les conclusions données par M. Shepherd sont les suivantes :

- 1° Le cuivre et le zinc forment six séries de solutions solides dénommées α , β , γ , δ , ε , η . Les concentrations limitées de ces solutions ont été déterminées;
- 2° On a tracé le diagramme d'équilibre du système;
- 3° Il n'y a pas de composés définis entre cuivre et zinc;
- 4° On a trouvé un point quadruple qui avait échappé à l'attention de Roberts-Austen;
- 5° La couleur rouge des laitons à basse teneur de cuivre a reçu pour la première fois son application exacte;
- 6° On a donné une série complète des photomicrographies montrant l'effet du traitement à chaud sur les laitons.

Nos micrographies (fig. 3 à 8) représentent des laitons à différentes teneurs dans lesquels on distingue les différents constituants.

L'une d'elles (fig. 7) représente le laiton de planches recuit.

Résistance électrique. — L'étude de la résistance électrique des alliages cuivre-zinc montre une variation brusque correspondant à la combinaison Zn^2Cu . De plus, on note dans certains laitons une variation brusque de la résistance électrique lorsqu'on les chauffe; les variations ont lieu aux environs de 750 degrés.

Propriétés mécaniques. — Les propriétés mécaniques des alliages cuivre-zinc varient d'une façon sensiblement continue. Toutefois, il y a une relation extrêmement intéressante entre la structure et la possibilité de se travailler à chaud de certains de ces alliages. Nous verrons plus loin que les laitons industriels doivent être divisés en deux



FIG. 7.
Laiton à 67 % Cu et 33 % Zn;
recuit.
Grossissement : 200 diamètres.

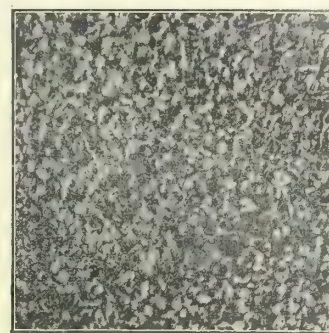


FIG. 8. — Laiton au plomb
à 6 % Cu, 3 % Pb et 37 % Zn.
Grossissement : 200 diamètres.

classes : 1° laitons qui ne peuvent être travaillés qu'à chaud (laminés, forgés, etc.); 2° laitons qui ne peuvent être travaillés qu'à froid.

Nous verrons que cette division correspond sensiblement au changement de structure : les laitons qui peuvent se forger à chaud sont formés des cristaux $ZnCu$ (solution β de Shepherd), tandis que les autres sont constitués par des polyèdres.

Chaleur de formation. — Les expériences de M. Herschkowitsch ont montré que la chaleur de formation de ces alliages passe par un maximum correspondant au composé Zn^2Cu .

M. Baker a donné à ce sujet de nouveaux résultats en employant comme dissolvant des mélanges de chlorure d'ammonium avec le chlorure ferrique ou avec le chlorure cuivrique. Il a bien retrouvé le maximum correspondant au composé Zn^2Cu . La formation de cet alliage dégage 52,5 calories-grammes par gramme d'alliage. Un autre maximum beaucoup moins net semble exister pour l'alliage $ZnCu$. La chaleur dégagée dans la formation de ce second alliage serait d'environ 45 calories-grammes par gramme d'alliage. Les grandeurs des quantités de chaleur sont plus importantes que dans les premières déterminations faites sur ce sujet.



FIG. 9.
Maillechort de la Compagnie de l'Est.
Grossissement : 200 diamètres.

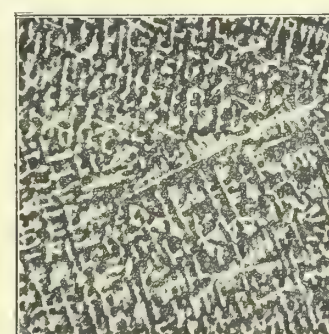


FIG. 10.
Maillechort à 24 % Zn et 18 % Ni.
Grossissement : 50 diamètres.

Force électromotrice de dissolution. — M. Herschkowitsch a déterminé la force électromotrice de dissolution des alliages zinc-cuivre; il a trouvé une variation brusque qui correspond au composé Zn^2Cu .

Étude industrielle. — **FABRICATION.** — La fabrication du laiton se divise en trois parties : 1° la préparation du métal à l'état fondu; 2° la coulée proprement dite; 3° la transformation du métal ayant pour but de l'amener sous la forme commerciale désirée.

1° Préparation du métal. — Le laiton a d'abord été préparé par le procédé dit à la *calamine* qui n'est plus du tout utilisé. Le principe en était le suivant : on partait d'oxyde de zinc, plus ou moins pur, obtenu par grillage de minerai que l'on plaçait en présence de charbon et de cuivre à température telle qu'il y avait réduction de l'oxyde par le charbon et qu'il se produisait des vapeurs de zinc qui agissaient sur le cuivre, celui-ci n'étant pas à l'état liquide. Cette méthode a été remplacée par la méthode dite *directe* qui consiste à fondre les deux métaux cuivre et zinc. A vrai dire, on part rarement de métaux purs, généralement on utilise des déchets, du moins en partie.

Le laiton de décolletage ordinaire, qui est à 60 % de cuivre et 40 % de zinc, est obtenu en partant de tournures.

Le zinc étant un métal très volatil et très oxydable, les pertes pendant la fusion sont importantes. Elles varient évidemment avec le four, le tirage de la cheminée, la forme de la matière première (les tournures très divisées donnent des pertes quelquefois considérables). On a soin de recouvrir le métal fondu de charbon de bois qui diminue les chances d'oxydation. Parfois on jette même à la surface du bain du borax qui constitue certainement un protecteur plus énergique.

Pour obtenir la fusion directe du métal, deux méthodes sont usitées : 1° le four à creusets ; 2° le four à réverbère. Comme four à creusets, on emploie généralement le four potager chauffé au charbon. Dans quelques usines on a adopté les fours chauffés au gaz ; celui-ci est produit dans un gazogène situé à proximité du four. On utilise rarement des fours spéciaux (Piat, Rousseau, Charlier, etc.). Le four à réverbère, qui est adopté pour la production en grandes quantités a généralement une tonne de capacité. Pour l'utiliser, on fond tout d'abord le cuivre, en ayant soin d'avoir des flammes qui éliminent la plus grande partie de l'air contenu dans le four ; on chauffe, d'autre part, le zinc et les résidus ; quand ils sont à température convenable, on les introduit rapidement dans le bain de cuivre.

2° *Coulée proprement dite.* — La coulée diffère essentiellement suivant le but que l'on se propose :

1° Si l'on veut obtenir des pièces moulées, on coule en sable comme nous l'avons expliqué ;

2° Si le laiton est destiné à fournir des barres rondes, hexagonales, carrées, etc., des profilés quelconques, des fils, on coule le laiton dans des lingotières métalliques (fonte ou acier) dont la forme est différente, suivant que le laminage qui doit suivre a lieu à froid ou à chaud.

Lorsque le barreau est destiné à subir le laminage à froid, il est coulé dans des lingotières qui ont une grande hauteur. Chaque lingotière comporte plusieurs cavités ; généralement les diamètres de chacune des cavités sont différents, afin d'obtenir finalement des barres de diamètres divers. En résumé, les barres destinées au laminage à froid sont déjà longues ; on en a en quelque sorte préparé le travail. Au contraire, lorsque le métal doit être laminé à chaud, il est coulé en cylindres, qui ont un diamètre relativement élevé par rapport à la hauteur et d'un poids d'environ 30 kilogr. Toutes les lingotières sont faites en deux parties que l'on peut rapprocher ou serrer au moyen de colliers, de frettes et de coins.

La température de coulée a, comme pour tous les alliages, une très grande importance : si l'on coule trop chaud, on a un métal poreux, soufflé ; si l'on coule trop bas, on a un produit qui n'est pas homogène. Au moment de la coulée, on place au-dessus de la lingotière une espèce d'entonnoir percé de petits trous qui a pour but de bien répartir le métal dans la lingotière, en coopérant à son homogénéité. La coulée faite, on laisse refroidir quelques instants, puis on vient enlever la masselotte, le métal étant encore pâteux ; on ouvre la lingotière et on enlève les barreaux. Lorsqu'on examine le barreau coulé, on y trouve une poche de retassure très nette ;

3° Si le métal est destiné à faire des planches, on coule des plaques de dimensions variables suivant la grandeur des planches à obtenir. Dans certains cas, on peut partir du même point pour arriver au fil. Aussitôt après le laminage, le lingot obtenu est soumis à un traitement mécanique qui a pour but de nettoyer sa surface.

3° *Traitement mécanique du métal.* — Le laiton, nous l'avons dit, sert à fabriquer : 1° des pièces moulées ; 2° des barres, fils ou profilés ; 3° des planches.

Dans le cas de pièces moulées, une fois la coulée et le démoulage faits, il ne reste plus qu'à nettoyer, ébarber, et, s'il y a lieu, polir les pièces.

Dans le cas des barres, fils ou profilés, les opérations que doit subir le métal sont : le laminage, le recuit et le décapage, l'étirage et le tréfilage.

Dans le cas des planches, le laminage, le recuit et le décapage et, s'il y a lieu, un écrouissage final.

FABRICATION DES BARRES, FILS OU PROFILÉS. — 1° *Laminage.* — Seuls, parmi les alliages de cuivre et de zinc, peuvent être laminés ceux renfermant plus de 54 % de cuivre. Au point de vue laminage, les laitons se divisent en deux groupes très nets et l'on peut justement s'étonner de ne pas trouver, dans les ouvrages qui traitent de la fabrication du laiton, cette classification cependant très précise :

Tous les laitons renfermant plus de 59 % de cuivre peuvent se laminier à froid ;

Les laitons renfermant de 55 à 61 % de cuivre peuvent seuls être laminés à chaud.

Il est donc nécessaire d'examiner séparément ces deux opérations. Nous avons déjà vu que la préparation du lingot est généralement différente, suivant qu'on doit le laminier à froid ou à chaud. La suite des opérations est non moins différente.

a) *Laminage à froid.* — Le laminage à froid se fait entre deux cylindres cannelés en procédant par une passe à plat suivie d'une passe à rond. Après ces deux opérations, le métal doit subir un recuit

avant d'être laminé à nouveau. On voit que l'opération nécessite des recuits extrêmement fréquents, ce qui augmente considérablement le prix de revient.

b) *Laminage à chaud.* — Le laminage à chaud comprend deux opérations : le dégrossissage et le finissage. La première seule a lieu dans le cas de gros diamètres. Le lingot brut est réchauffé, puis passé au train dégrossisseur ; le train est monté souvent en trio. Puis la barre dégrossie est portée dans un second four à réchauffer et passée ensuite au train finisseur. Celui-ci permet de descendre jusqu'à un diamètre de 8 à 9 millimètres.

Le laminage à chaud est beaucoup plus rapide que le laminage à froid, nécessite une main-d'œuvre moindre par tonne de métal et ne demande qu'un seul réchauffage intermédiaire pour atteindre le diamètre de 8 à 9 millimètres. Mais il présente un inconvénient pratique : le laiton laminé à chaud a, ce qui s'explique aisément, un grain beaucoup plus serré que le laminé à froid ; il est beaucoup plus écroui. Quoi qu'il en soit, le laminage à chaud ne peut s'appliquer qu'à une catégorie de laitons très particulière et seules peuvent l'employer les usines qui font le laiton de décolletage en grandes quantités.

2° *Étirage, tréfilage, recuit, décapage.* — Si nous suivons une barre dans ses transformations et si nous la prenons au sortir du laminage, que celui-ci ait lieu à froid ou à chaud, elle doit subir les opérations suivantes :

1° Un recuit ayant pour but de détruire tout ou partie de l'écrouissage ; 2° un décapage ayant pour but d'enlever la couche d'oxyde, sulfure, etc., qui a pris naissance dans le recuit, surtout dans les fours à chauffage direct ; 3° un étirage ayant pour but d'enlever les défauts superficiels de laminage, de donner une surface brillante et bien dressée ; 4° l'étirage qui peut être fait en une ou plusieurs passes.

Nous décrirons rapidement ces différentes opérations.

a) *Recuit.* — Le recuit du laiton doit avoir lieu à une température de 550 à 600 degrés (1) ; porté à plus basse température, le laiton garde son état d'écrouissage. Chauffé à trop haute température, il est brûlé. Nous verrons plus loin les conclusions auxquelles a été conduit M. Charpy dans son importante étude sur ces alliages.

Les fours utilisés pour le recuit du laiton sont de deux sortes : les fours à flamme directe, dans lesquels les produits de la combustion sont en contact immédiat avec le métal ; les fours à cornue, dans lesquels les produits sont placés dans des cornues en terre ou en métal et se trouvent ainsi à l'abri des gaz de la combustion. Les premiers sont, de beaucoup, les plus répandus.

b) *Décapage.* — Cette opération, qui a pour but d'enlever la couche d'impuretés, notamment d'oxydes, amenée par le recuit ou même le laminage, consiste essentiellement à plonger le métal dans une dissolution d'acide sulfurique marquant 5 degrés Baumé et de laver ensuite la barre à l'eau. Les bacs de décapage sont simplement formés de bacs en bois doublés de plomb. A côté de chaque cuve de décapage se trouve généralement une cuve de lavage où coule de l'eau.

c) *Étirage et tréfilage.* — Les passes d'étirage se font généralement par 2 millimètres sur les barres et la fabrication du fil s'obtient par des passes plus faibles et variables avec les diamètres. Une autre méthode pour la fabrication du fil consiste à découper dans des planches des bandelettes qu'on tréfile ultérieurement. On part donc ici de plaques qu'on lamine comme nous le dirons tout à l'heure pour les planches. Puis le métal est découpé en bandes et celles-ci en baguettes au moyen de plusieurs disques en acier formant une machine à cisailer rotative. Parfois, on utilise une scie qui permet de découper en hélice et d'obtenir ainsi une bande continue que l'on tréfile. Ce procédé est fort répandu en Allemagne.

Les profilés sont généralement obtenus par étirage au banc, soit à travers une filière ou une succession de filières convenables, soit simultanément par décolletage pratiqué au moyen d'un outil placé sur le même banc à étirer.

Procédé Dick. — Nous n'avons pas à revenir sur ce procédé qu'utilisent quelques usines et qui a été le sujet d'un article spécial dans le *Génie Civil* (2). Rappelons seulement qu'il consiste à amener le métal à l'état pâteux dans un cylindre dont le piston le refoule à travers une filière qui lui donne le profil désiré.

PLANCHES. — Nous avons déjà étudié la coulée des lingots plats en vue de la fabrication des planches. Le travail mécanique que doit subir le métal pour être amené sous sa forme définitive comprend trois parties : le laminage, le recuit, le décapage.

Le laminage se fait entre deux cylindres lisses. Chaque laminage est suivi d'un recuit qui a lieu dans les mêmes conditions que pour les barres. Cependant on utilise généralement des fours qui, autant

(1) Voir à ce sujet la note de M. Lewis à la réunion de Nottingham (17 décembre 1902) de la Société Anglaise de l'Industrie chimique.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXX, n° 44, p. 244.

que possible, n'entraînent pas l'oxydation du métal. Les planches de laiton sont livrées à l'industrie sous deux états : à l'état recuit et à l'état écroui. A l'état recuit, le métal est doux, il se travaille aisément. Pour l'obtenir sous cette forme, la dernière opération est un recuit suivi de décapage. A l'état écroui, le métal est dur et élastique. Pour produire cet état, on lui fait subir, après un dernier recuit, deux ou trois passes assez fortes de laminage.

PROPRIÉTÉS DES ALLIAGES CUIVRE-ZINC. — Si les laitons, ou mieux, les alliages cuivre-zinc sont précieux à l'industrie, ils le doivent aux propriétés suivantes : valeur beaucoup moins grande que celle du cuivre; dureté plus élevée que celle du cuivre, donc résistance plus forte à l'usure; propriétés mécaniques meilleures que celles du cuivre pour un grand nombre d'emplois; grande malléabilité : ils sont donc propres à être transformés en barres, profilés, planches, feuilles minces, fils; à être estampés, emboutis, etc.; points de fusion moins élevés que ceux du cuivre : ils se prêtent donc mieux que ce métal aux moulages fins; grande facilité de travail : ils bourrent moins l'outil que le cuivre; résistance plus grande que le cuivre aux agents atmosphériques; très belle couleur après polissage.

Il faut bien ajouter que les laitons ne présentent pas certaines qualités qui leur font préférer les bronzes, bien que ces alliages soient d'un prix beaucoup plus élevé. Ils ne sont pas assez résistants au frottement et ils ne possèdent pas une limite élastique assez élevée pour certains usages et la sonorité très précieuse dans certains bronzes.

Les propriétés des alliages cuivre-zinc ont été étudiées par un très grand nombre d'industriels et de savants. Mais il faut bien ajouter qu'avant les recherches de M. Charpy, les résultats étaient extrêmement confus. Ceux qu'il a publiés sont résumés dans la courbe (fig. 11). On voit que la charge de rupture croît très lentement jusqu'aux environs de 30 % de zinc, puis plus rapidement, passe par un maximum pour 44 % de zinc environ et décroît ensuite très rapidement.

Les allongements présentent un maximum pour 30 % de zinc et

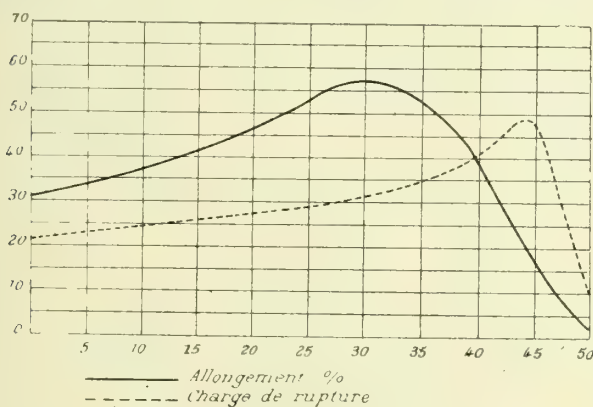


FIG. 11. — Courbes des allongements et des charges de rupture des alliages cuivre-zinc en fonction de la teneur en zinc.

deviennent sensiblement nuls pour un alliage à 50 % de zinc.

Les alliages renfermant moins de 10 % de zinc sont rouges; puis ils deviennent jaunes et jaunes verdâtres vers 40 % de zinc, ils sont plus or et cette coloration s'accroît quand le zinc augmente pour devenir absolument rouge vers 45 à 50 %. Au-dessous de 45 %, ils sont blancs.

UTILISATION DES ALLIAGES CUIVRE-ZINC. — Nous avons déjà vu que les seuls alliages industriels de cuivre et de zinc étaient ceux renfermant moins de 43 % de zinc.

1° Alliages pour la fabrication des planches. — Les alliages généralement employés pour la confection des planches contiennent de 66 à 73 % de cuivre et de 34 à 27 % de zinc. Les planches de laiton, qui se vendent à l'état recuit ou écroui, sont destinées à fabriquer, par emboutissage et repoussage, des objets très variés, tels que les douilles de cartouches, les dés, certains ornements etc. On sait aussi que l'on part souvent de planches pour obtenir les fils, ainsi que nous l'avons indiqué plus haut.

Les planches destinées à la confection des cartouches ont des titres différents suivant les pays; voici les principaux :

France. . .	67 cuivre,	33 zinc;	Belgique. . .	68 cuivre,	32 zinc.
Allemagne. .	72 —	38 —	Espagne. . .	72 —	38 —
Angleterre. .	72 —	38 —	Autriche. . .	72 —	38 —

On peut justement s'étonner de variations aussi grandes.

Il est bon d'ajouter que notre laiton 67-33 (fig. 4 et 7) a fait l'objet d'études suivies dont la plus importante est assurément celle de M. le commandant Pralon. Les plaques qui ont été employées pour le doublage des navires étaient faites avec un alliage (Cu = 60; Zn = 40) qui constitue le métal de Muntz; elles ne le sont plus guère actuellement.

La fausse bijouterie utilise des planches dont la teneur en cuivre varie de 98 à 82 %. Disons enfin que le *clinquant* ordinaire est généralement obtenu en partant de l'alliage : Cu = 70, Zn = 30. Il faut employer des matières très pures; des impuretés, en quantité même très faible, le rendent cassant.

2° Alliages pour pièces obtenus par décolletage. — Le laiton de décolletage ordinaire, qui n'est jamais pur, est du type : Cu = 60, Zn = 40 %. Il peut donc être préparé par laminage à froid et à chaud, généralement en partant des déchets de fabrication (tournures, déchets d'emboutissage, etc.); de plus, on y met intentionnellement du plomb de 1,5 à 3 %. Ce métal a pour but de rendre plus faciles le laminage et le décolletage.

Souvent le laiton de décolletage doit présenter des qualités spéciales, soit des propriétés mécaniques définies, soit des colorations spéciales, soit la soudabilité. Il faut alors des types bien définis; les plus employés sont :

1° Le type : Cu = 60, Zn = 40, auquel on demande souvent : R = 30, A = 30;

2° Le type : Cu = 67, Zn = 33, connu sous le nom de laiton de premier titre. Il est cependant moins employé que les précédents.

En général, on utilise le laiton ordinaire (Cu = 60, Zn = 40) impur, dit laiton de *second titre*. Il sert pour tout ce qui est pièce de robinetterie, écrou, vis, etc. Le laiton titre mixte est utilisé surtout pour les pièces devant être soudées ou pour l'estampage. Enfin, le laiton premier titre est utilisé pour faire les vis à bois (on prend même souvent des alliages plus riches et renfermant jusqu'à 70 % de cuivre), les pièces estampées, etc.

On utilise également, pour des usages spéciaux, des alliages plus riches, notamment des produits renfermant de 80 à 90 % de cuivre, et généralement un peu de plomb, de 1 à 3 %. L'un des plus importants est l'alliage : Cu = 90, Zn = 10, utilisé en France pour les balles Lebel.

3° Alliages pour pièces fondues. — Les alliages cuivre-zinc utilisés pour le moulage sont extrêmement variables, avec l'usage auquel les pièces sont destinées. Cependant, la composition utilisée est le plus ordinairement la suivante :

Cu = 66,5 à 67 %, Zn = 33,5 à 33 %.

C'est ce métal qu'en fonderie on désigne communément sous le nom de *jaune*. Généralement, on utilise de vieilles matières pour obtenir ce laiton qui, toujours impur, contient du plomb, de l'étain, du fer, etc.

D'ailleurs, quand la pièce doit être travaillée ultérieurement, autrement que pour l'ébarbage et le polissage, on y ajoute intentionnellement 1 à 2 % de plomb qui rend le travail au tour, à la lime, etc., beaucoup plus aisé. Voici, en partant des alliages les plus riches en cuivre, les types les plus usités pour la confection des pièces moulées :

Cu = 72, Zn = 27, Pb = 1;
Cu = 70, Zn = 30;
Cu = 67, Zn = 33;

c'est le laiton le plus courant avec les deux suivants :

Cu = 66,5, Zn = 33, Pb = 0,5;
Cu = 64,5, Zn = 33,5, Pb = 2.

Enfin, les deux derniers alliages que nous citerons sont les laitons coulés les plus communs :

Cu = 60, Zn = 35, Sn = 0,5, Pb = 2,5;
Cu = 62, Zn = 38, Sn = 0,5, Pb = 1,5.

4° Alliages pour tubes. — Les alliages employés pour la fabrication des tubes en laiton sont de deux types :

Cu = 60, Zn = 40, dit titre mixte pour tubes;
Cu = 70, Zn = 30, dit premier titre pour tubes.

5° Alliages pour fils. — La composition du laiton destiné à faire du fil varie de 53 à 72 % de cuivre. Ici, le métal doit contenir le moins possible de plomb. On fait les fils en mêmes alliages que les barres, et l'on distingue les trois titres :

Premier titre : Cu = 70, Zn = 30;
Titre mixte : Cu = 62-63, Zn = 38-37;
Deuxième titre : Cu = 60, Zn = 40.

On fait aussi des fils à des titres inférieurs au deuxième, renfermant notamment 58 % de cuivre.

6° Soudures ou brasures. — Certains alliages de cuivre et de zinc sont employés comme soudures pour les laitons eux-mêmes, ou comme brasures pour les fers et aciers.

Le point qui doit intervenir, dans le choix d'un alliage pour soudure, c'est la fusibilité. En effet, la soudure doit être moins fusible que le métal à souder. On utilise généralement, pour le laiton, un alliage à parties égales de cuivre et de zinc. L'alliage : Cu = 34, Zn = 66, forme une soudure très fusible, mais souvent trop fragile. On utilise souvent le type plus complexe :

Cu = 44, Zn = 50, Sn = 4, Pb = 2.

Il faut, toutefois, noter que le plomb est nuisible, parce qu'il se sépare des autres métaux. Plus on augmente la dose de cuivre, moins la soudure est fusible, mais plus elle est résistante, du moins jusqu'à une certaine limite. A ce point de vue, on utilise parfois l'alliage : Cu = 53, Zn = 47.

Pour braser le fer, on emploie des alliages plus riches, dont le point de fusion est très élevé, et dont les compositions sont :

Cu = 70, Zn = 33; Cu = 67, Zn = 30.

Les soudures sont généralement livrées sous forme de grains ou de petits morceaux.

IV. LAITONS SPÉCIAUX. — Les principaux laitons spéciaux sont les laitons au plomb, au manganèse, à l'étain, à l'aluminium, et d'autres produits beaucoup plus complexes.

LAITONS AU PLOMB. — L'étude micrographique des laitons au plomb montre que le plomb ne s'allie pas aux autres métaux (fig. 8); il divise de plus en plus les cristaux caractéristiques des laitons forgeables. On peut alors expliquer le rôle que joue le plomb dans les laitons de décolletage, dont il facilite le travail; on peut ajouter aux laitons jusqu'à 5 % de plomb, sans qu'il y ait de liquation. Les cassures du métal deviennent d'un gris terne, et le grain est extrêmement serré.

Propriétés. — Le rôle du plomb est : 1° de diminuer peu à peu la charge de rupture, la limite élastique; 2° de diminuer beaucoup plus rapidement les allongements et les strictions; 3° d'introduire la fragilité dès qu'il dépasse 1 %; il ne change pas sensiblement la dureté du métal. Il présente l'avantage de faciliter le moulage.

Les laitons au plomb ne sont employés que dans la préparation des pièces soumises à un faible travail (les laitons employés dans le décolletage contiennent environ 2 % de plomb); de plus, il est à noter que tous les laitons, même ceux qui ont une haute résistance, contiennent environ 0,4 à 0,6 % de ce métal. Quelquefois même, lorsqu'on veut obtenir des pièces délicates à mouler, on ajoute des quantités relativement faibles de plomb (0,5 %), de façon à faciliter le moulage; ceci au détriment des propriétés mécaniques.

LAITONS A L'ÉTAÏN. — L'étude micrographique que nous avons faite des laitons à l'étain montre très nettement que ce corps joue le même rôle que le zinc, mais avec une activité beaucoup plus grande. Les micrographies que nous donnons montrent très nettement que les alliages contenant 60 % de cuivre ont cependant même structure que les alliages qui n'en renferment environ que 54 %. La teneur fictive en cuivre provient de ce que l'étain joue un rôle plus actif que le zinc.

Propriétés. — L'étain augmente un peu la charge de rupture et la limite élastique, diminue rapidement les allongements et les strictions dès qu'il dépasse 1 %, amène une grande fragilité pour les grandes proportions et augmente la dureté.

Utilisation. — Les laitons à l'étain ont un débouché très important dans la construction navale. Il résulte, en effet, de l'expérience faite en Angleterre, que les laitons variant dans les limites de composition : cuivre = 60 à 62, étain = 1,5, zinc = 39 à 37, ont une résistance très remarquable à l'eau ordinaire, voire même à l'eau salée.

LAITONS AU MANGANÈSE. — Dans une note publiée par la Commission des Méthodes d'essais, M. Guillemin a donné un certain nombre de micrographies de laitons au manganèse, désignés sous le nom de laitons tendres, mi-durs, durs et extrêmement durs. L'étude micrographique que nous avons faite montre que le manganèse se substitue au cuivre en produisant le même effet que lui.

Propriétés. — Les laitons au manganèse, qui ont été préparés pour la première fois industriellement par Parsons, en 1876, ont les propriétés caractéristiques suivantes : la charge de rupture et la limite élastique sont nettement plus élevées que dans les laitons ordinaires à même teneur en cuivre; les allongements sont plus grands lorsque la teneur en manganèse est environ 2 %, et diminuent ensuite lentement; leur fragilité n'est pas sensiblement plus grande tant que le manganèse est à environ 4 %. Leur dureté croît lentement. On peut obtenir avec les laitons des résultats extrêmement intéressants; il nous suffira de rappeler les constantes mécaniques obtenues par M. Guillemin :

Bronze manganésé tendre : R = 36, E = 14, A % = 30;
Bronze manganésé mi-dur : R = 37, E = 17, A % = 25;
Bronze manganésé dur : R = 40, E = 20, A % = 18;
Bronze manganésé très dur : R = 45, E = 24, A % = 15.

Utilisation. — Les laitons au manganèse sont employés en quantités très importantes pour des pièces moulées, telles que la construction des hélices, lance-torpilles, gouvernails, étambots, etc.; pour des pièces forgées, telles que des arbres d'hélices, pour des barres de décolletage, des tôles de profilés, etc.

LAITONS A L'ALUMINIUM. — On sait, depuis plusieurs années, qu'une addition d'aluminium permet de forger à chaud un laiton contenant 70 % de cuivre et 30 % de zinc; en étudiant les laitons à l'alumi-

nium par la micrographie, nous avons vu que l'aluminium joue le même rôle que le zinc, avec une force beaucoup plus grande; 1 % d'aluminium équivaut à 3 % de zinc; ceci se retrouve entièrement dans les propriétés mécaniques.

Propriétés. — L'aluminium augmente la charge de rupture et la limite élastique de telle sorte que les propriétés mécaniques des laitons à l'aluminium sont les mêmes que celles des alliages ayant un titre fictif calculé en remplaçant 1 % d'aluminium par 3,5 % de zinc. Les allongements commencent par augmenter, puis diminuent; la résistance au choc augmente très nettement tant que l'aluminium est en quantité inférieure à 0,5 %.

Les emplois des laitons à l'aluminium sont identiques à ceux des laitons au manganèse.

AUTRES LAITONS. — Nos études sur les laitons au silicium, au vanadium, au fer, nickel, etc., ne sont pas encore suffisamment avancées pour donner des résultats. Nous pouvons dire, d'ores et déjà, que l'influence des différents métaux sur la solution solide, dans laquelle ils se substituent au zinc, est extrêmement variable.

C'est ainsi que le nickel n'a, pour ainsi dire aucune influence, tandis que 1 % de silicium joue à peu près le même rôle que 2,5 % de zinc.

Avec le phosphore, on est en présence d'un cas tout à fait particulier : dès qu'il subsiste plus de 0,1 % de phosphore dans les laitons, il apparaît un corps blanc-bleuté spécial, qui a un peu la microstructure d'un eutectique, et rend le métal nettement fragile; ceci a une importance évidente et prouve qu'il vaut bien mieux opérer la réduction par l'aluminium, dont un faible excès a très peu d'influence, que par le phosphore, qui peut rendre le métal fragile.

LAITONS COMPLEXES. — Les laitons qu'utilise l'industrie, en général, sont beaucoup plus complexes que les types que nous venons d'étudier; ils renferment, pour la plupart, de 57 à 62 % de cuivre, des quantités de manganèse qui peuvent varier de 2,5 à 2 %, de l'étain, du fer, de l'aluminium, du silicium. On peut justement s'étonner de la complexité de ces alliages, qui en rend la refonte incertaine.

Leur résistance aux températures élevées est cependant remarquable, et, à ce titre, ils sont spécialement intéressants pour les emplois de la vapeur surchauffée.

LÉON GUILLET,
Docteur ès Sciences,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

(A suivre.)

MÉCANIQUE

DISTRIBUTION A TIROIR, VARIABLE AU RÉGULATEUR, système Moritz.

Malgré la vogue actuelle des machines à vapeur à soupapes ou à obturateurs, le tiroir reste l'organe de distribution le plus simple, le plus facile à entretenir en bon état de fonctionnement et d'étanchéité.

Toutefois, les types à détente variable les plus connus, Farcot et Meyer, qui remontent d'ailleurs à une époque où les machines à vapeur étaient beaucoup moins perfectionnées qu'aujourd'hui, ne sont pas sans présenter quelques inconvénients.

Le premier a le défaut de ne permettre que de faibles admissions; en outre, les avances sont très faibles, la compression à peine sensible. Il en résulte que l'échappement se produit dans des conditions défavorables révélées par la forme pointue des diagrammes, indiquée par le croquis ci-dessous (fig. 4), dans lequel la partie hachée correspond au travail perdu.

L'absence presque totale de compression fait que le changement de sens de l'effort sur le piston et par suite sur toutes les articulations de la bielle, de la manivelle et sur le palier moteur, se fait brusquement, en sorte que le moindre jeu donne un choc.

La limitation de la détente laisse peu d'élasticité à la machine et oblige à la rendre volumineuse relativement à sa puissance. Si, en outre, elle doit assurer un travail très variable, alors même que les grandes résistances n'auront qu'une durée relativement faible, il faut néanmoins que les dimensions du moteur correspondent à ce maximum avec l'admission réduite, en sorte qu'on est conduit, la plupart du temps, à employer une machine trop forte, encombrante et coûteuse.

Les distributions du genre Meyer permettent des admissions bien plus étendues, de plus grandes avances et de la compression; mais elles ont le grave défaut de n'être pas variables au régulateur; il faut agir à la main; on ne peut suivre ainsi les variations de la résistance. Aussi faut-il que le régulateur agisse sur un papillon pour maintenir la régularité. On est conduit à régler la détente pour le maximum d'admission qui peut être nécessaire; il en résulte une chute de la pression initiale et une diminution de la détente.

La détente Rider, qui semblait donner la solution de ce problème, a tenté beaucoup de constructeurs; mais les résultats n'ont pas donné ce qu'on en espérait. Ce système, très élégant en principe, a d'abord

l'inconvénient de créer une assez grande résistance au déplacement du régulateur; et au fur et à mesure de l'usure de la glace et du tiroir, l'axe du système de détente ne coïncidant plus avec celui de son presse-étoupe, l'obturation devient défectueuse. Enfin, comme dans la détente Meyer, on ne peut employer qu'un orifice pour l'admission de la vapeur.

La distribution du système Moritz, que représentent les coupes et épures ci-dessous, consiste en un tiroir du genre Farcot, c'est-à-dire à orifices multiples pour l'admission avec tuiles frottantes entraînées par lui et glissant à frottement doux. Ce tiroir est conduit par un excentrique à calage très avancé, d'où la possibilité, par les recouvrements, d'avoir des avances à l'admission et à l'échappement, en même temps que des compressions très sensibles.

Les propriétés de ce système sont : d'être variable au régulateur, de permettre des admissions progressives jusqu'à 65 % de la course du piston, de présenter une grande avance à l'échappement, ce qui cause une chute rapide de la pression après que la vapeur s'est détendue dans le cylindre et, par là, réduit au minimum la perte due à la contre-pression; on peut avoir une compression convenable pour l'atténuation des chocs qui tendent à se produire à chaque changement de sens de marche du piston.

La distribution peut être telle, que les diagrammes relevés coïncident presque complètement avec le diagramme théorique que l'on s'est proposé; et les résultats économiques sont comparables à ceux obtenus par les autres systèmes à déclic, genre Corliss ou Sulzer.

Organes de la distribution. — Ce nouveau système de distribution comporte (fig. 1 et 2) un tiroir T dont la face qui glisse sur la glace du cylindre présente les trois ouvertures ordinaires : celle du milieu B, formant cavité, sert à l'évacuation de la vapeur à l'extérieur, ou au condenseur; les deux autres, A, A₁, sont celles que traverse la vapeur qui doit pénétrer dans le cylindre.

Sur la face opposée débouchent de petits conduits rectangulaires a, a_1 régulièrement espacés et formant deux groupes séparés; chaque groupe est formé de deux ou trois conduits, suivant la grandeur du tiroir, qui se réunissent pour correspondre à l'orifice opposé A, A₁. Sur cette dernière face, deux tuiles t, t_1 parfaitement dressées, maintenues entre des rebords venus de fonte et rabotés parallèlement, sont appliquées par des réglottes r, r_1 poussées par des ressorts. Ces tuiles sont entraînées par le tiroir et n'ont aucun glissement sur lui, à moins qu'une autre cause extérieure ne les y oblige. Chaque tuile porte en son milieu et extérieurement un taquet de butée c, c_1 de longueur déterminée et, en outre, un galet de roulement g, g_1 qui peut tourner autour d'un axe vissé normalement et rivé sur la tuile. Ces galets remplacent les taquets fixes des tiroirs Farcot, et à cette différence près, le tiroir est analogue; mais il en diffère notablement par la grandeur des recouvrements.

Entre les galets, devant le tiroir, une came G en forme de cœur dissymétrique est suspendue. Elle porte deux axes d, d_1 , fortement rivés normalement sur elle. L'un, l'axe d , autour duquel elle est suspendue, traverse l'extrémité d'un levier L qui peut tourner autour d'un axe o , normal au tiroir et qui traverse le plateau de la boîte. Sur cet axe est calé extérieurement un autre levier L₁, relié au régulateur de la machine (ce levier L₁ peut être remplacé par un secteur denté).

L'autre axe d_1 traverse un petit patin p de forme rectangulaire, à faces parallèles, qui peut glisser dans une rainure verticale dressée dans une pièce en acier E ajustée d'épaisseur. Cette pièce E reçoit un mouvement de va-et-vient; elle est maintenue dans un plan parallèle au tiroir par une tige f à section carrée sur une partie de sa longueur et cette partie carrée glisse dans un fourreau, de même section, fixé dans la paroi de la boîte à vapeur.

Dans le prolongement de cette tige et du côté opposé, une autre tige l cylindrique traverse un presse-étoupe et cette tige est reliée à la bielle d'un excentrique calé sur l'arbre moteur.

Sur les deux axes de la came vient s'ajuster une barrette en fer plat b , percée de deux trous à l'écartement de ces axes; elle repose sur un épaulement ménagé à chaque axe et elle est serrée fortement par deux écrous bien arrêtés.

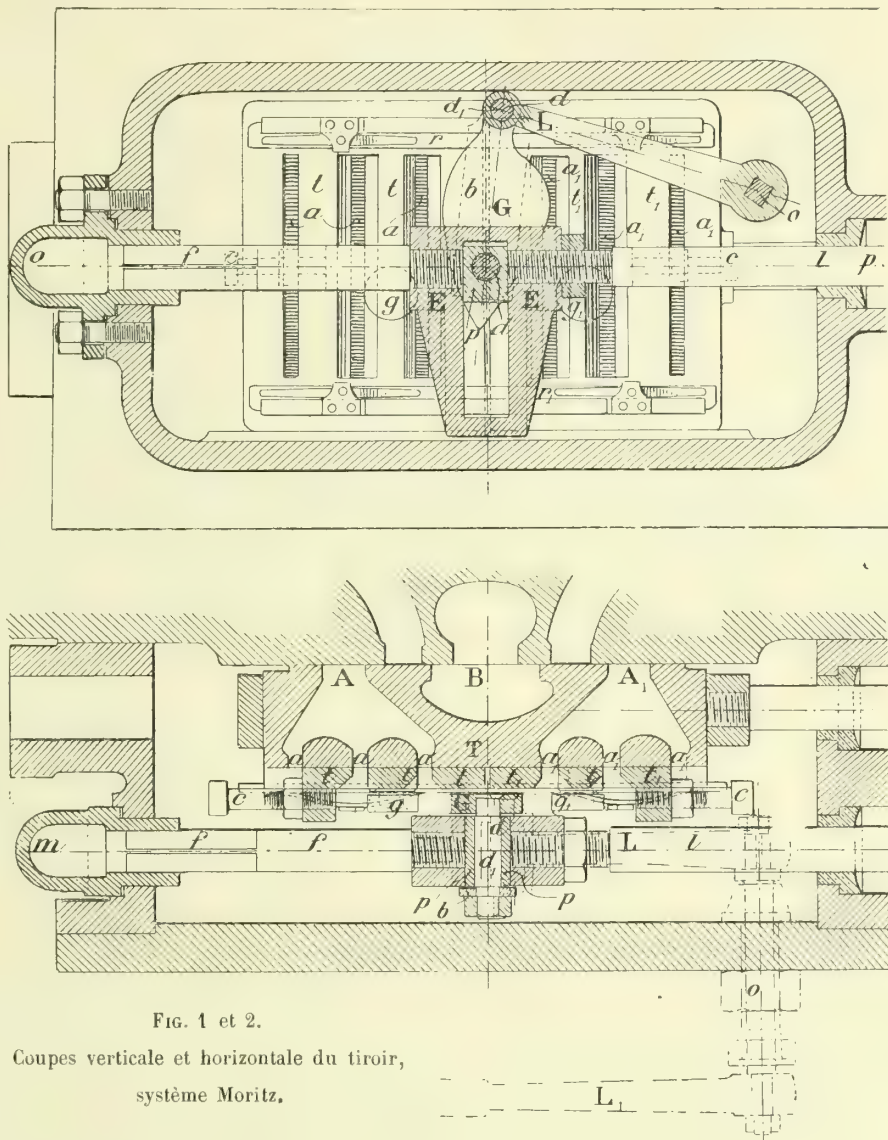
L'écartement de la came à la barrette est égal à l'épaisseur de la pièce E, de sorte que l'ensemble de la came et de la barrette peut monter et descendre tout au long de la coulisse E sans s'en écarter.

Le tiroir T est ajusté dans un cadre muni d'une tige qui traverse la boîte à tiroir par un presse-étoupe; cette tige est reliée à un excentrique calé sur l'arbre de la machine et faisant avec la manivelle un angle de 120 à 130 degrés. Cet excentrique conduit donc le tiroir T.

Le second excentrique qui conduit la pièce E est calé sur le même arbre et en avance sur le premier d'un angle de 60 à 80 degrés.

La pièce E par son déplacement entraîne l'axe d_1 de la came et détermine pour celle-ci un mouvement de balancement autour de l'axe d . Dans son mouvement relatif par rapport au tiroir, elle vient buter alternativement contre chaque galet des tuiles, les oblige à glisser sur le tiroir et ferme ainsi les conduits a, a_1 ; puis à un moment elle quitte le contact du galet qu'elle a entraîné, la tuile redevient alors un instant fixe sur le tiroir; mais celui-ci continuant sa course, le taquet c ou c_1 vient buter contre la

paroi de la boîte, il y a glissement de la tuile par rapport au tiroir et la tuile n'est à nouveau entraînée par le tiroir que lorsqu'elle a com-



en le figurant alors que le piston se trouve à un fond de course, celui d'arrière par exemple, qui correspond au schéma de la figure 3.

Dans ce schéma, le galet et la came figurés en ponctué correspondent à la position moyenne, la came au plus haut comme dans la figure 4.

Les courses des excentriques du tiroir et de la came sont représentées par le cercle o , et les rayons $oa-ob$ indiquent les calages, c'est-à-dire la position des excentriques alors que l'axe de la manivelle serait en m . Donc l'angle moa est le calage de l'excentrique du tiroir et mob celui de l'excentrique de la came.

D'après ces données, on voit que la manivelle étant en m , le tiroir et le galet ont dépassé la position moyenne de ca' , projection de oa , donc le galet doit être en a_1 et $aa_1 = ob$.

L'axe c de la came s'est écarté de sa position moyenne de ob' , pro-

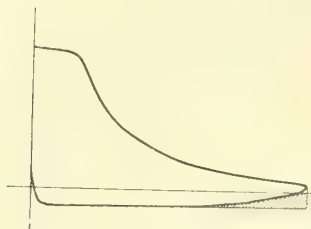


FIG. 4.

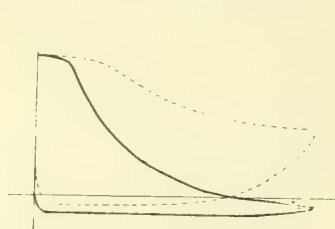


FIG. 5. — Système Farcot.

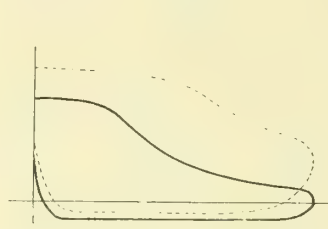


FIG. 6. — Système Meyer.

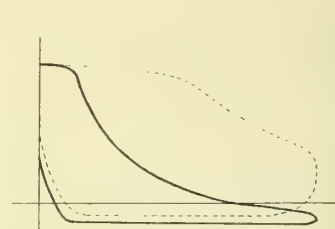


FIG. 7. — Système Moritz.

jection de ob , il est donc en c_1 ; la came est donc dans la position ec_1 et $cc_1 = ob'$. Si l'on imagine que la machine tourne dans le sens de marche indiqué par la flèche, on voit que le tiroir et le galet a_1 se dirigeront vers la droite, alors que la came, oscillant autour du point e , se déplacera vers la gauche : galet et came vont à leur rencontre; à un certain moment, il y aura contact et le galet sera repoussé par la came, sa tôle glissera sur le tiroir et fermera les ouvertures correspondantes.

Si maintenant on imagine que le régulateur s'est levé et a déplacé le levier de la came d'un angle γ , l'axe e sera venu en e' et c_1 , en c'_1 . La came occupera la position hachurée, elle sera déjà en contact avec le galet, et dans cette position le moindre déplacement dans le sens de la marche provoque immédiatement la fermeture de la tôle. Cet exemple montre comment s'obtiennent les variations de détente.

Dès qu'il y a contact entre la came et le galet, le fonctionnement

de la distribution est très analogue à celui de la détente Meyer. On conçoit donc qu'on obtienne les mêmes admissions qu'avec elle.

Les trois diagrammes ci-dessous (fig. 5 à 7) représentent ceux que donnerait une même machine sur laquelle on aurait appliqué successivement les trois systèmes en la faisant fonctionner dans les mêmes conditions de pression à la chaudière, de vitesse et de résistance.

Les parties pointillées indiquent les diagrammes qui correspondraient à de fortes admissions.

Les applications de ce nouveau système ont montré que ces prévisions théoriques sont pleinement réalisées.

Une d'elles a été faite, dans une importante filature, sur une très bonne machine à détente Farcot à condensation, de 860 millimètres de diamètre de piston, 1500 millimètres de course, tournant à 46

tours, alimentée par de la vapeur à 5 kilogr. Ce moteur ne pouvait fournir plus de 220 chevaux dans des conditions normales.

Des essais de consommation, de huit heures chacun, furent faits avant et après l'application de ce système : l'économie constatée a été de 29 %. En outre, la puissance du moteur ainsi modifié a pu être augmentée jusqu'à 325 chevaux sans atteindre son maximum.

Sur cette même machine, après six mois de marche, les mêmes essais furent recommencés, mais la machine était alimentée par de la vapeur surchauffée de 50 degrés environ, soit 300 à 310 degrés à la boîte à vapeur. A la pression initiale de 5 kilogr. seulement, la dépense en vapeur par cheval-heure était de 6^{kg} 45 pour une puissance moyenne de 225 chevaux. On conçoit qu'en opérant dans de meilleures conditions au point de vue de la pression initiale, par exemple avec de la vapeur à 7 kilogr., la consommation aurait été moindre encore.

A. C.

JURISPRUDENCE

LES AUTORISATIONS TEMPORAIRES dans la réglementation du travail.

La loi du 2 novembre 1892, modifiée par la loi du 30 mars 1900, a prévu, dans son article 4, que des autorisations pourraient être données de déroger, dans certaines industries, aux diverses interdictions concernant le travail des enfants, des filles mineures et des femmes dans les établissements industriels.

Il en est ainsi, notamment, pour les prescriptions relatives à l'interdiction du travail de nuit, à l'obligation du repos hebdomadaire et à la limitation de la durée de la journée de travail.

Le régime de ces autorisations a été organisé par les décrets du 15 juillet 1893 et du 26 juillet 1895, et l'énumération des industries appelées à en bénéficier a été complétée par plusieurs décrets subséquents (1).

Les chefs des industries autorisées à déroger exceptionnellement aux prescriptions légales dont il s'agit, doivent prévenir l'inspecteur ou l'inspectrice chaque fois qu'ils veulent faire usage de ces autorisations.

Ce préavis est donné par l'envoi, avant le commencement du travail exceptionnel, d'une carte postale, d'une lettre sous enveloppe ou d'un télégramme, de façon que le timbre de la poste fasse foi de la date du dit avis.

Une copie de cet avis doit être immédiatement affichée dans un endroit apparent des ateliers et y rester apposée pendant toute la durée de la dérogation.

En outre, et en ce qui concerne spécialement les prescriptions relatives au repos hebdomadaire et à la limitation de la durée du travail pour les enfants âgés de moins de dix-huit ans et les femmes de tout âge, les décrets ci-dessus de 1893 et 1895 indiquent que l'autorisation d'y déroger temporairement doit être demandée à l'inspecteur divi-

sionnaire et qu'une copie de l'autorisation doit, au même titre que la demande elle-même, être affichée dans les ateliers.

On en a conclu que cette autorisation de l'inspecteur ne pouvait être valablement donnée que par écrit, et la Cour de cassation l'a ainsi jugé dans les termes suivants, par arrêt du 20 mai 1904 :

La Cour,

Sur le moyen unique, pris de la violation de l'article 3 de la loi du 2 novembre 1892, modifiée par la loi du 30 mars 1900 ;

Vu ledit article,

Attendu que D... a été traduit devant le Tribunal de simple police pour avoir, le 6 janvier 1904, employé des ouvrières à un travail industriel effectif pendant une durée supérieure à celle qui est fixée par la loi ;

Que le fait n'est pas contesté et que le Tribunal de police a relaxé D... pour ce motif qu'il était muni d'une autorisation verbale de l'inspecteur du travail ;

Attendu que l'article 5 du décret du 26 juillet 1895 énumère certaines industries pour lesquelles l'obligation du repos hebdomadaire et les restrictions relatives à la durée du travail peuvent être temporairement levées par l'inspecteur divisionnaire ; que l'industrie de teinturier apprêteur, qui est celle de D..., figure dans cette énumération ; mais que l'article 6 du même décret exige l'affichage d'une copie de l'autorisation ainsi donnée par l'inspecteur ;

Que cette autorisation ne pouvant être ni copiée ni affichée qu'à la condition d'avoir été donnée par écrit, il suit de là que l'autorisation verbale n'est pas un mode d'excuse ou de justification admis par la loi, et que le jugement dénoncé a violé les dispositions de la loi visées au moyen ;

Par ces motifs,

Casse et annule le jugement du Tribunal de simple police de Villeurbanne du 13 avril 1904, et, pour être statué conformément à la loi, renvoie la cause et D... en l'état devant le Tribunal de simple police de Givors (1).

Il paraît évident, comme le dit l'arrêt, qu'une autorisation ne peut être copiée et affichée qu'à la condition d'avoir été donnée par écrit, et, en décidant qu'une autorisation simplement verbale était insuffisante, la Cour de cassation semble bien avoir déduit la conséquence logique des dispositions susvisées du décret du 26 juillet 1895.

Louis RACHOU,
Docteur en droit,
Avocat à la Cour d'appel de Paris.

(1) Décrets des 29 juillet 1897, 24 février 1898, 4^{er} juillet 1899, 18 avril 1901, 4 juillet 1902.

(1) Annales des Justices de paix, 1905, p. 179.

VARIÉTÉS

Résultats de la course définitive de la Coupe Gordon-Bennett, en 1905.

On sait que l'épreuve définitive de la Coupe Gordon-Bennett a eu

dessous, les temps employés par les concurrents pour effectuer chaque tour.

On voit que, sur 18 voitures, 1 a abandonné la lutte au cours du premier tour, 3 pendant le second tour, et 2 avant la fin de leur troisième tour, de sorte que 12 voitures seulement ont accompli les quatre tours dont se compose le circuit.

Voici le classement officiel de la Commission sportive de l'Automo-

Temps brut de chaque concurrent, tour par tour, indépendamment des temps de réespacement.

NUMÉROS	PREMIER TOUR	DEUXIÈME TOUR	TROISIÈME TOUR	QUATRIÈME TOUR	NUMÉROS
	h. m. s.	h. m. s.	h. m. s.	h. m. s.	
1	Lancia 1 34 57	Lancia 1 42 11	Théry 1 48 52	Caillois 1 47 17 2/3	1
2	Théry 1 41 7	Caillois 1 46 45	Nazzari 1 50 6	Théry 1 49 56 "	2
3	Nazzari 1 49 13	Théry.. 1 49 4	Cagno 1 53 49	Duray 1 50 35 "	3
4	Duray 1 49 27	Cagno 1 50 39	Caillois 1 54 24	Nazzari 1 50 38 1/3	4
5	Werner 1 50 1	Braun 1 56 4	Werner 2 10 35	Cagno 1 51 10 3/5	5
6	Cagno 1 53 4	Nazzari 1 57 12	Bianchi 2 11 43	Clifford Earp 2 2 11 1/5	6
7	Clifford Earp. 1 54 11	Duray 1 58 3	Caters 2 13 49	Rolls 2 7 17 1/3	7
8	Braun 1 55 4	De Caters 2 » 59	Lytle.. 2 16 17	Werner 2 9 40 "	8
9	Caillois 2 » 50	Bianchi 2 14 4	Rolls 2 18 35	Bianchi 2 12 32 2/5	9
10	Hieronymus 2 2 28	Rolls 2 5 1	Clifford Earp. 2 20 36	Braun 2 13 2 3/5	10
11	Rolls 2 3 49	Werner 2 9 14	Braun 2 28 45	De Caters 2 13 44 1/5	11
12	De Caters 2 6 9	Jenatzy 2 13 29	Duray 2 27 (2)	Lytle 2 10 " (2)	12
13	Jenatzy 2 9 41	Clifford Earp. 2 14 29			
14	Bianchi 2 12 49	Lytle 2 42 51			
15	Lytle 2 21 9				
16	Burton. 2 37 30				
17	Tracy 2 42 55				

lieu, le 5 juillet dernier, sur le circuit d'Auvergne, et que la victoire est restée à une voiture de la maison Richard-Brasier, pilotée par Théry, le même conducteur qui avait ramené la Coupe d'Allemagne en France, l'année dernière, sur une voiture de la même maison.

Voici tout d'abord la liste des concurrents avec l'ordre dans lequel ont été effectués les départs :

- 1 Théry (RICHARD-BRASIER) (France), à 6 heures.
- 2 Clifford Earp (NAPIER) (Angleterre), à 6 h. 5.
- 3 Jenatzy (MERCÉDÈS) (Allemagne), à 6 h. 10.
- 4 Lancia (F. I. A. T.) (Italie), à 6 h. 15.
- 5 Braun (MERCÉDÈS) (Autriche), à 6 h. 20.
- 6 Lytle (POPE-TOLEDO) (Amérique), à 6 h. 25.
- 7 Caillois (RICHARD-BRASIER) (France), à 6 h. 30.
- 8 Rolls (WOLSELEY) (Angleterre), à 6 h. 35.
- 9 De Caters (MERCÉDÈS) (Allemagne), à 6 h. 40.
- 10 Cagno (F. I. A. T.) (Italie), à 6 h. 45.
- 11 Hieronymus (MERCÉDÈS) (Allemagne), à 6 h. 50.
- 12 Dingley (POPE-TOLEDO) (Amérique), à 6 h. 55.
- 13 Duray (DE DIETRICH) (France), à 7 heures.
- 14 Bianchi (WOLSELEY) (Angleterre), à 7 h. 5.
- 15 Werner (MERCÉDÈS) (Allemagne), à 7 h. 10.
- 16 Nazzari (F. I. A. T.) (Italie), à 7 h. 15.
- 17 Burton (MERCÉDÈS) (Autriche), à 7 h. 20.
- 18 Tracy (LOCOMOBILE) (Amérique), à 7 h. 25.

Le temps employé par Théry pour couvrir les 549^{km} 776 du circuit d'Auvergne a été encore meilleur que celui avec lequel il s'était classé premier dans les éliminatoires du 16 juin dernier (1). Tandis qu'à

bile-Club de France avec les temps employés et les vitesses moyennes à l'heure correspondantes :

	h. m. s.	kilom.
1 ^{er} Théry (France)	7 2 42	78,428
2 ^e Nazzari (Italie)	7 19 9	75,341
3 ^e Cagno (Italie)	7 21 22	74,693
4 ^e Caillois (France).	7 27 6	73,691
5 ^e Werner (Allemagne).	8 3 30	68,198
6 ^e Duray (France)	8 5 50	67,917
7 ^e De Caters (Allemagne)	8 11 11	67,087
8 ^e Rolls (Angleterre)	8 26 42	65,098
9 ^e Clifford Earp (Angleterre).	8 27 29	64,970
10 ^e Braun (Autriche)	8 33 5	64,210
11 ^e Bianchi (Angleterre)	8 38 39	63,591
12 ^e Lytle (Amérique)	9 30 32	57,789

On voit, d'après ce tableau, que la coupe de régularité, attribuée à la nation dont les trois voitures ont fait, au total, le meilleur temps, est également gagnée par la France, de même d'ailleurs que les deux années précédentes.

Ce tableau montre aussi que l'Angleterre est la seule nation, avec la France, dont les trois voitures parties sont arrivées.

Comme nous l'avons dit plus haut, la vitesse moyenne du gagnant a été de 78^{km} 428 à l'heure. Cette vitesse, notablement inférieure, ainsi que le montre le tableau ci-dessous, à celle obtenue dans les courses des deux années précédentes, s'explique par les difficultés toutes spéciales que présentait le circuit d'Auvergne. Ce tableau résume d'ailleurs les conditions réalisées dans les six épreuves auxquelles la Coupe Gordon-Bennett a déjà donné lieu.

Tableau résumant les conditions réalisées dans les différentes épreuves de la Coupe Gordon-Bennett.

ANNÉES	COUREURS ET NATIONS	FORCE	MARQUES	PNEUS	PARCOURS	DISTANCE	TEMPS	MOYENNE
		chevaux				kilom.	h. m. s.	kilom.
1900	CHARRON (France).	20	Panhard-Levassor	Michelin	Paris-Lyon	566	9 9 "	61,837
1901	GIRARDOT (France).	40	Panhard-Levassor	Michelin	Paris-Bordeaux	555	8 51 59	59,509
1902	EDGE (Angleterre).	40	Napier	Dunlop	Paris-Innsbruck	590	10 41 58	55,000
1903	JENATZY (Allemagne).	60	Mercédès	Continental	Circuit d'Irlande	592	6 39 »	89,184
1904	THÉRY (France).	80	Richard-Brasier	Michelin	Circuit du Taunus	564	5 50 8	96,000
1905	THÉRY (France).	96	Richard-Brasier	Michelin	Circuit d'Auvergne	549	7 2 42	78,428

cette date il avait employé 7 h. 34 m. 49,1 s., correspondant à une vitesse de 72^{km} 5 à l'heure, il a, le 5 juillet, couvert la même longueur en 7 h. 2 m. 42 s., soit à une vitesse de 78^{km} 428.

Nous n'entrerons pas dans le détail de cette course passionnée et émouvante, et nous nous bornerons à reproduire, dans le tableau ci-

Ajoutons en terminant que cette épreuve de la Coupe Gordon-Bennett est probablement la dernière qui sera courue en France. Le Comité de l'Automobile-Club, estimant que cette épreuve était soumise à des conditions défavorables à l'industrie française, a résolu de rendre la Coupe à son donateur et de renoncer aux épreuves de ce genre, malgré les victoires exceptionnelles qu'elles ont permis à la France de remporter.

(1) Voir le Génie Civil, t. XLVII, n° 9, p. 127

Moteur à pétrole compound, système Pollard.

Diverses tentatives ont déjà été faites pour augmenter le rendement des moteurs à gaz et à pétrole, par addition d'un cylindre de détente; des résultats intéressants ont été obtenus. Toutefois, aucun des dispositifs proposés n'a été, à notre connaissance du moins, employé d'une façon très suivie, des difficultés secondaires étant venues, la plupart du temps, compenser les avantages que présente le compoundage en lui-même. L'échauffement des pistons à haute pression et des soupapes d'échappement correspondantes constitue l'une de ces difficultés.

En général, le cylindre de détente est d'un volume plus grand que celui des cylindres d'explosion; il reçoit alternativement l'échappement total de ceux-ci.

M. Pollard a envisagé la question sous un autre aspect, et construit un moteur plus particulièrement destiné à l'automobilisme, qu'il nous paraît intéressant de signaler, bien qu'il ne soit pas encore sorti de la période expérimentale. Nous en empruntons la description à l'*Automotor Journal*.

Le moteur est à trois cylindres : deux cylindres d'explosion, avec phases décalées d'un tour, et un cylindre de détente. Toutefois, ce cylindre de détente, du moins dans le premier type construit, est de même dimension que les deux autres. Il ne reçoit pas la totalité des gaz brûlés, mais se trouve mis en communication avec chaque cylindre

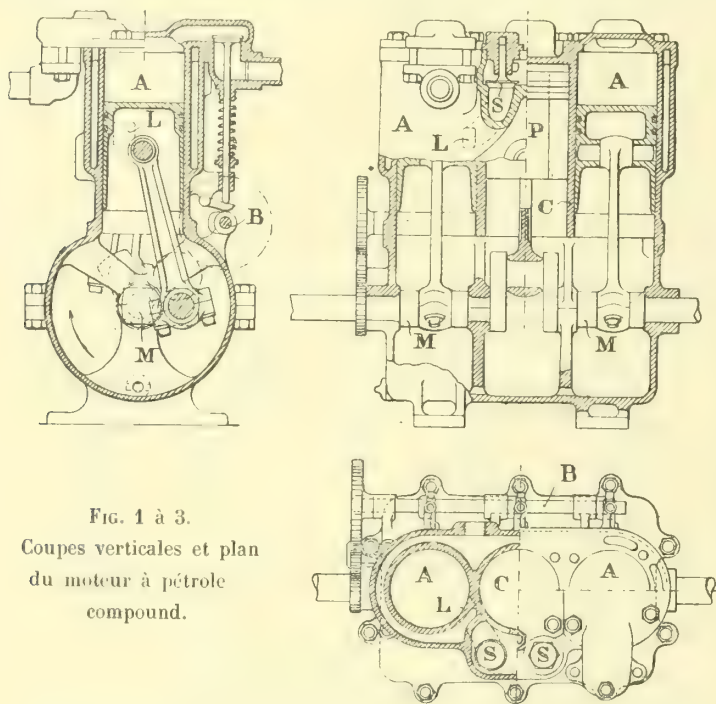


FIG. 1 à 3.
Coupes verticales et plan
du moteur à pétrole
compound.

d'explosion, vers la fin de la course de détente, pour s'en trouver séparé peu de temps après. L'échappement du cylindre d'explosion s'achève alors dans l'atmosphère, à la façon ordinaire. Le couple moteur n'est pas différentiel pendant la détente dans le cylindre à basse pression.

Les figures ci-dessus indiquent comment ces conditions se trouvent réalisées : AA sont les cylindres d'explosion, agissant sur les manivelles MM; C est le cylindre de détente. Les cylindres d'explosion ont des soupapes d'admission et d'échappement ordinaires (dans le moteur représenté, les soupapes d'admission sont automatiques; les soupapes d'échappement sont commandées par l'arbre B).

L'admission au cylindre de détente se fait par les soupapes automatiques S, au nombre de deux (une pour chaque cylindre d'explosion); mais ces soupapes ne sont mises en communication avec les cylindres à haute pression que pendant une partie de la course, et cela par un conduit qui débouche par une lumière L dans la paroi du cylindre à haute pression. Vers la fin de la course de détente, cette lumière se trouve découverte par le piston P; elle se trouve refermée au point correspondant de sa course ascendante, la soupape d'échappement ordinaire s'ouvrant à ce moment.

Le calage des manivelles est tel que le piston à basse pression se trouve à peu près à la partie supérieure de sa course lorsque la lumière L commence à se découvrir.

Le cylindre à basse pression C est pourvu d'une soupape d'échappement, commandée par le même arbre B, qui porte toutefois une double came, de façon à produire le soulèvement de cette soupape avec une réquence double de celle des autres cylindres.

Embrayage magnétique accélérateur.

Les figures 1 à 4 représentent, d'après l'*American Machinist*, deux types d'embrayages électromagnétiques construits par la Cutter-Hamer Co, dont l'un présente des dispositions qui lui permettent de

fonctionner comme accélérateur, c'est-à-dire de coupler des organes à l'arrêt avec des organes en marche.

Le premier (fig. 1) n'est destiné qu'à l'embrayage à l'arrêt. On voit en C la cloche qui contient l'enroulement E. L'armature A est montée

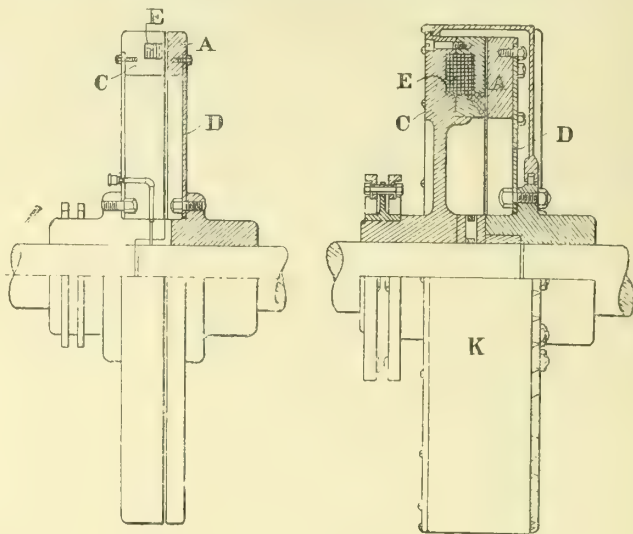


FIG. 1.
Accouplement magnétique.

FIG. 2.
Demi-coupe de l'accélérateur.

sur un disque élastique D. Cet appareil n'est, en somme, qu'un organe d'accouplement, très bien approprié aux débrayages rapides.

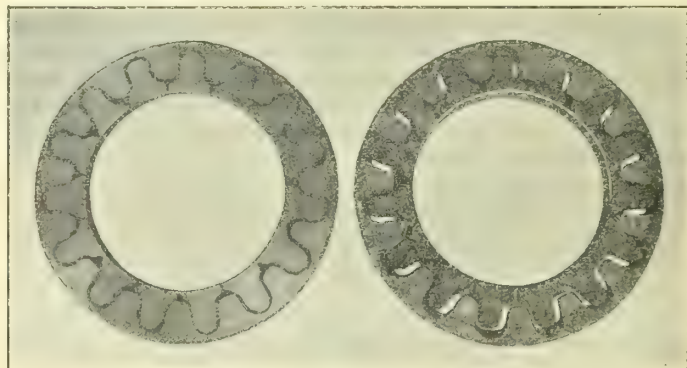


FIG. 3. — Électro-aimant avant et après la coulée de l'antifriction.

L'accélérateur (fig. 2 à 4) diffère des embrayages magnétiques ordinaires en ce que les surfaces polaires, au lieu d'être circulaires,

forment un grand nombre de projections imbriquées les unes dans les autres, comme le montre la figure 3. L'intervalle entre ces projections est rempli de métal antifriction, ce qui assure une surface de frottement continue, en même temps qu'une étanchéité absolue de la partie qui reçoit l'enroulement E (fig. 2).

Comme précédemment, l'armature A est montée sur un disque élastique D, et l'ensemble est enfermé dans une enveloppe K qui contient de l'huile et qui est pourvue d'ouvertures pour le remplissage et la vidange. Des nervures extérieures augmentent la surface de refroidissement.

L'objet des projections polaires est de produire dans l'armature, au début de l'embrayage, c'est-à-dire lorsque la différence de vitesse est grande, des courants de Foucault qui augmentent le couple. L'action de ces courants diminue au fur et à mesure que l'entraînement se produit; en même temps, l'huile est



FIG. 4. — Vue extérieure
de l'accélérateur.

chassée d'entre les surfaces, de sorte que, finalement l'entraînement est parfaitement assuré.

Cette combinaison du frottement et des courants de Foucault procure une action très progressive et un embrayage sans choc.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 26 juin 1905.

Chimie analytique. — *Procédé pour déterminer la pureté du beurre de coco.* Note de M. E. MILLIAU, présentée par M. A. Müntz.

Le beurre de coco, dont la consommation s'élève à près de cent millions de kilogrammes par an, pour la France seulement, est employé dans l'alimentation et dans la fabrication des savons. Il est quelquefois mélangé, dans un but frauduleux, à d'autres huiles moins chères, sésame, coton, arachide, etc.

Les méthodes actuellement employées pour en reconnaître la pureté sont longues et minutieuses. Il est donc utile de mettre à la disposition de l'industrie une méthode rapide et sûre pour lui permettre de se garer des adulterations. Celle qui est proposée par M. Milliau est basée sur l'action simultanée de la phloroglucine et de la résorcine en milieu acide; elle repose sur l'apparition d'une couleur rouge grossière qui dénote la présence d'huiles de graines. La sensibilité et la sûreté de la réaction seraient diminuées si l'on n'employait qu'un seul des deux corps cités plus haut.

Le procédé permet de trouver très facilement les huiles de graines et d'autres graisses dans le beurre de coco. Il est précis, sensible et peut être appliqué en quelques minutes.

Chimie biologique. — *Sur la production d'un cidre doux.* Note de M. G. WARCOLLIER, présentée par M. E. Roux.

L'industrie cidrière réclame, pour satisfaire sa clientèle, des cidres limpides, doux, mousseux, bouquetés et agréables. Jusqu'à présent, on n'a pas réussi à diriger la fermentation de façon à obtenir régulièrement et sûrement des produits qui répondent à ces desiderata. Les travaux de Pasteur, de Denys Cochin, et ceux plus récents, de M. Mazé ont montré que la vie anaérobie de la levure est limitée et que la zymase, qui dédouble le sucre en alcool et acide carbonique, disparaît peu à peu en vie anaérobie et laisse intacte une quantité plus ou moins grande de sucre non transformé. Si bien qu'on peut obtenir à volonté un moût plus ou moins fermenté suivant qu'on règle la quantité de levure initiale et la multiplication de celle-ci par l'accès plus ou moins ménagé de l'air.

Partant de ces données, l'auteur a pensé que le meilleur moyen d'obtenir un cidre doux était de préparer un moût de pommes aussi peu riche que possible en oxygène dissous, de l'ensemencer avec une quantité limitée de levure et de le placer à l'abri de l'air pendant toute la durée de la fermentation.

Dans ces conditions, la fermentation s'arrête d'elle-même, avant la disparition complète du sucre. En soutirant ensuite le cidre à l'abri de l'air, on obtient un cidre doux qui semble garder indéfiniment les caractères et les qualités organoleptiques que la fermentation lui a donnés.

Les résultats des essais rapportés dans cette note indiquent qu'on peut obtenir des cidres doux en fûts, en bouteilles, sans craindre une multiplication ultérieure de levure et une fermentation consécutive.

L'auteur pense que ces résultats sont déjà suffisants pour permettre d'apporter à l'industrie du cidre des améliorations intéressantes.

Chimie minérale. — *Constitution et propriétés des aciers à l'étain, des aciers au titane et des aciers au cobalt.* Note de M. LÉON GUILLET, présentée par M. Ditte.

L'étain commence d'abord par entrer en solution dans le fer et, lorsqu'il y a saturation, se sépare sous la forme d'un composé défini; le carbone est toujours à l'état de carbure de fer, du moins pour une teneur ne dépassant pas 10 % d'étain. Les aciers à l'étain ne sont plus susceptibles d'être laminés dès que la teneur en étain dépasse 1 %; ils sont alors extrêmement durs et fragiles. Le recuit a même influence sur ces aciers que sur les aciers ordinaires; dans aucun cas il n'y a précipitation du carbone à l'état de graphite. La trempe ne produit de la martensite que là où préexistait la perlite.

Les aciers au titane ont même constitution que les aciers ordinaires; la micrographie paraît indiquer que le titane entre en solution dans le fer. Les essais mécaniques ne montrent aucune amélioration très sensible des qualités de l'acier; toutefois, dans

les aciers à haute teneur en carbone, on note une charge de rupture plus élevée que pour les aciers ordinaires; la ferrite de ces aciers semble être beaucoup plus dure que celle des aciers au carbone ordinaire.

Le recuit et la trempe agissent sur ces aciers comme sur les aciers ordinaires.

Tous les aciers au cobalt jusqu'à 60 % de cobalt sont perlitiques; le cobalt n'amène aucune transformation dans la microstructure des alliages fer-carbone. Les propriétés mécaniques sont d'ailleurs très peu modifiées, toutefois la charge de rupture et les limites élastiques croissent lentement tandis que les allongements et les strictionnements se modifient en sens contraire. Les aciers au cobalt ne présentent donc aucun intérêt industriel; ils ne rappellent en rien les aciers au nickel.

Jusqu'ici les propriétés de ces trois sortes d'aciers spéciaux ne font donc prévoir aucune utilisation industrielle.

Physique. — *Appareil et méthode de mesure des coefficients d'aimantation.* Note de M. Georges MESLIN, présentée par M. Mascart.

L'appareil employé par l'auteur pour la mesure des coefficients d'aimantation, est constitué par l'association d'une balance de torsion et d'un électro-aimant; ce qui caractérise la méthode, c'est que, d'une part, les deux bobines, munies de pièces polaires convenables, ne sont jamais excitées simultanément, mais toujours l'une après l'autre et tout spécialement pour fixer la position du corps en expérience; d'autre part, une étude méthodique du champ permet de connaître l'action exercée en chaque point sans qu'il soit nécessaire d'équilibrer cette action par une torsion convenable pour ramener le corps à sa position initiale; on évite ainsi d'intervenir en déplaçant le limbe gradué dont les balances de torsion sont généralement munies à la partie supérieure.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages récemment parus.

Installations sanitaires des habitations privées et collectives, par le docteur Félix PUTZEYS, professeur d'hygiène à l'Université de Liège, membre de l'Académie royale de médecine de Belgique, membre du Conseil supérieur d'Hygiène publique, et E. PUTZEYS, Ingénieur en chef du service des eaux de Bruxelles, membre du Conseil supérieur d'Hygiène publique. — Un volume in-8° de 278 pages, avec 126 figures. — Ramlot, frères et sœurs, éditeurs, Bruxelles, 1905. — Prix : relié, 8 francs.

Le Conseil supérieur d'Hygiène publique de Belgique a adopté un projet de règlement sur : *Le nettoyage des voies publiques, l'enlèvement des ordures ménagères et des déjections, et les installations sanitaires privées*, qui comprend neuf chapitres. MM. Putzeys, appelés par leurs fonctions à collaborer spécialement à ce travail, se sont proposé de donner un commentaire approfondi des cinq derniers chapitres du règlement précité, relatifs aux installations sanitaires des habitations.

La salubrité des villes dépend, en effet, de la perfection des mesures prises pour assurer l'évacuation des eaux usées, par un réseau de canalisations non publiques, mais privées. Il ne suffit pas de remplacer les anciennes installations sanitaires, si primitives et si insuffisantes, par des appareils plus modernes et plus élégants : ce qu'on ne voit pas est plus essentiel encore que le reste, et un examen attentif des installations même récentes justifierait l'utilité d'un règlement rempli de prescriptions minutieuses pour l'évacuation de ces eaux usées.

Le Conseil d'hygiène de Belgique s'est inspiré, dans sa rédaction, des règlements en vigueur dans les grandes villes d'Angleterre, où le sentiment de la liberté individuelle ne met pas obstacle à l'obligation, pour chacun, d'observer strictement les règles de l'hygiène publique. On a compris, dans ce pays, combien est justifiée la prétention d'un locataire de trouver, à son entrée en jouissance, un immeuble pourvu de canalisations fonctionnant parfaitement, tout comme de peintures et de vitres en bon état. Cette importance des installations hygiéniques n'est malheureusement pas aussi généralement appréciée sur le continent, et MM. Putzeys ont pris soin d'insister pour la rendre évidente.

Ils ont donc, dans la première partie de leur ouvrage, étudié en détail les conduites ou drains souterrains, les raccordements de branchements privés à l'égout, les réservoirs de chasse, les tuyaux de chute (water-closets) et de décharge (évier, baignoires, gouttières); puis les appareils eux-mêmes (water-closets, évier, lavabos, baignoires), et enfin le contrôle des canalisations, au moyen de la fumée.

La seconde partie contient le texte complet du règlement adopté par le Conseil d'Hygiène publique de Belgique, accompagné, pour chaque article des cinq derniers chapitres, d'un commentaire qui précède et justifie les prescriptions énoncées.

Méthodes et appareils de mesure du temps, des distances, des vitesses et des accélérations, par J. G. CARLIER, Ingénieur des Chemins de fer de l'État belge. — Deux volumes in-8° de 515 pages avec figures. — Ramlot, à Bruxelles, et Béranger, à Paris, éditeurs, 1905. — Prix de chaque volume : 6 francs.

Les industries les plus variées, les sciences d'observation, les modes nouveaux de locomotion, les progrès de la balistique, ne peuvent se développer scientifiquement que grâce à des mesures exactes, et enregistrées automatiquement, des temps, des vitesses et des espaces parcourus. Ce sont les méthodes et les appareils concernant cette branche de la science que M. Carlier a réunis dans une étude spéciale publiée sous les auspices de la Société belge des Électriciens.

La première partie est consacrée, d'abord aux mesures de longueurs et de surfaces (planimètres), puis aux mesures de temps (horloges de précision, chronographes, diapasons), de distances (télémètres, compteurs) et de vitesses : écoulement des liquides et des fluides (moulinets, piézomètres, manomètres); vitesses angulaires (tachymètres et tachygraphes (1), cinémomètres, stroboscopes); vitesses linéaires des navires et des véhicules : automobiles ou tramways.

Le second volume est consacré aux mesures de vitesses et d'accélérations : pour les trains, on utilise des indicateurs à distance, des indicateurs fixes, ou des appareils montés sur les locomotives (chronotachygraphes, appareil Desdouts, chronotachygraphe Pouget, etc.). M. Carlier traite, dans un paragraphe spécial, de la détermination de la résistance des trains au moyen du tachygraphe.

Il décrit ensuite les modèles de lochs les plus perfectionnés, et passe en revue une série de procédés et d'instruments destinés à mesurer les variations de vitesses des mécanismes (indicateurs de glissement, cinémomètre différentiel Richard (2), etc.).

L'ouvrage se termine par le chapitre relatif aux mesures d'accélérations : dynamomètre Desdouts, appareil Carlier, etc.

La Fabrication des émaux et l'émaillage, par Paul RANDAU, traduit de la 3^e édition allemande par Em. CAMPAGNE, Ingénieur-Chimiste. — Un volume in-8° de 246 pages, avec 21 figures. — Vve Ch. Dunod, éditeur, Paris, 1905. — Prix : broché, 7 fr. 50; relié, 8 fr. 75.

L'art de l'émaillage, qui consiste à recouvrir les métaux d'enduits colorés (verres opaques ou translucides) est connu depuis très longtemps dans l'Extrême-Orient; il a été pratiqué en Égypte, puis en Grèce et à Rome, et, les croisés l'ayant emprunté aux Arabes, il s'est répandu, en France et en Italie principalement, à partir de cette époque. Mais c'est depuis peu d'années seulement que l'émaillage industriel est employé couramment pour protéger la fonte contre les intempéries.

D'ailleurs, depuis que l'on peut recouvrir d'une couche de cuivre, par galvanoplastie, un métal quelconque, la difficulté de fixer l'émail est à peu près supprimée; car le cuivre et le fer seuls, parmi les métaux usuels, se prêtent bien à l'émaillage.

Les émaux étant des verres rendus opaques par l'addition de certains corps, leur résistance dépend de la nature du verre choisi; l'auteur a donc étudié d'abord : les matières premières du verre, celles qui transforment le verre en émail et celles qui rendent

(1) Voir, pour la description des tachymètres, le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 18, p. 282, t. XLV, n° 10, p. 173, et t. XLVII, n° 6, p. 101.

(2) Voir pour la description du cinémomètre Richard, le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 13, p. 209.

l'émail fusible (corps opacifiants, fondants, colorants, décolorants; essais des matières premières et des émaux).

La seconde partie de l'ouvrage traite de la fabrication industrielle des émaux: composition des émaux, des controydes et des glaçures, fours et creusets pour la fusion, traitement préparatoire des objets à émailler, application et cuisson du controyde, ainsi que de la glaçure, émaillage des tôles, décoration des objets, imitation des cloisonnés par impression; fabrication des cadrans d'horloges.

Le traducteur a complété cette partie par des notes sur les machines à jet de sable, la dilatation des émaux, l'émaillage des pièces de cycles et automobiles, etc.

Mathématiques, par M. Georges DARIÈS, Ingénieur de la Ville de Paris, licencié ès sciences mathématiques. 2^e édition, revue et augmentée. (*Bibliothèque du conducteur de Travaux publics*). — Un volume, grand in-16 de 550 pages, avec 310 figures. — V^e Ch. Dunod, éditeur, Paris, 1905. — Prix: relié, 12 francs.

L'ouvrage de M. Dariès, dont une nouvelle édition très notablement augmentée vient de paraître, s'adresse au public nombreux des praticiens dont l'instruction scientifique, bien que restreinte, leur permet d'aborder facilement les notions un peu plus ardues de l'analyse et du calcul intégral indispensables à l'étude sérieuse de la mécanique, de la physique, de l'électricité, etc.

Il comprend des compléments d'algèbre, des éléments de calcul différentiel (dérivées, différentielles, développements en série) et intégral (équations différentielles, procédés d'intégration, un chapitre sur la théorie des équations, théorèmes de d'Alembert, de Descartes, de Rolle); enfin des chapitres relatifs à la géométrie à deux et trois dimensions (courbes planes, courbes gauches, surfaces) et au calcul graphique (anamorphose et abaqes). Quelques problèmes accompagnés de leurs solutions facilitent au lecteur l'intelligence des matières étudiées.

L'Énergie hydraulique et les récepteurs hydrauliques, par U. MASONI, Directeur et Professeur de l'Institut d'hydraulique à l'École royale des Ingénieurs de Naples. (*Encyclopédie Lechales*). — Un volume, grand in-8° de 320 pages, avec 207 figures. — Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1905. — Prix: 10 francs.

M. Masoni traite, dans cet ouvrage, des principales questions concernant l'énergie mécanique des courants d'eau et les récepteurs hydrauliques, qui servent à l'utilisation des forces motrices hydrauliques dont l'emploi se développe incessamment dans les pays civilisés.

La première partie contient des généralités sur l'énergie mécanique des courants d'eau et sur les machines hydrauliques, dont l'auteur donne la description et la classification.

Les roues hydrauliques sont ensuite examinées d'une façon plus détaillée, mais surtout au point de vue théorique, de même que les turbines, dont M. Masoni passe en revue les types principaux: axiales à réaction, centrifuges à action, centripètes à réaction, etc., et les modes de réglage et de distribution.

Dans la dernière partie sont décrites les machines à colonne d'eau ou moteurs à pression hydraulique, les récepteurs à piston, les béliers et éjecteurs hydrauliques, etc.

Catalogue officiel des Collections du Conservatoire national des Arts et Métiers (1^{er} fascicule: *Mécanique*). — Un volume in-8° de 440 pages, avec 70 figures et 3 planches hors texte. — Bernard, éditeur, Paris, 1905. — Prix: 3 fr. 50.

Le nouveau Catalogue illustré des Collections des Arts et Métiers, en cours de publication, doit se composer de six fascicules: mécanique; physique; géométrie, astronomie, chronométrie, poids et mesures; arts chimiques, teinture, céramique et verrerie; arts graphiques, métallurgie, filature et tissage; arts des constructions, hygiène et agriculture.

Le premier de ces fascicules contient une notice historique très complète sur l'ancien prieuré de Saint-Martin-des-Champs, dont le Conservatoire occupe aujourd'hui l'emplacement et une partie des

bâtiments, sur la fondation du Musée industriel en 1783 (legs Vaucanson) et du Conservatoire lui-même (1794) installé dans les bâtiments du prieuré en 1799 seulement.

Il renferme ensuite l'énumération des objets exposés qui rentrent dans les catégories suivantes: cinématique; appareils d'observation mécanique; moteurs hydrauliques et élévateurs d'eau; pneumatique; chaudières, moteurs à vapeur et autres; outils et machines-outils; manœuvre des fardeaux; locomotion et transports.

L'Industrie de l'Or, par L.-M. GRANDERYE, Ingénieur-chimiste, préparateur à l'Université de Nancy. — Un volume, petit in-8° de 160 pages, avec 15 figures. (*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire*). — Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1905. — Prix: broché, 2 fr. 50; relié, 3 francs.

L'auteur, après avoir passé en revue l'histoire des gisements aurifères, la répartition de la production dans les divers pays et étudié la nature des minerais, donne des indications sur le choix de la méthode à employer, décrit les appareils de broyage, de classement, de séchage et de grillage employés dans les installations au chlorure ou au cyanure.

Les deux procédés en vogue, la chloruration et la cyanuration, ont été traités avec détails (méthodes de Plattner et du Baril pour la chloruration; procédé de J. S. Mac Arthur et Forrest pour la cyanuration).

Les Enroulements modernes des dynamos à courant continu, par A. MEYNIER et H. NOBIRON. — Une brochure in-8° de 54 pages, avec 41 figures. — Béranger, éditeur, Paris, 1905. — Prix: 4 francs.

En raison de la difficulté d'expliquer succinctement, et cependant d'une façon générale et exacte, la question des enroulements, les auteurs ont imaginé une théorie arithmétique dont l'exposé remplit la plus grande partie de cette brochure. Quelques exemples d'enroulements en tambour combinés d'après ces principes servent à en faire comprendre exactement le mode de calcul. Un dernier chapitre résume les moyens employés dans l'industrie pour la réalisation matérielle de ces enroulements: bobines à barres ou bobinages moulés.

INFORMATIONS

Congrès international des Mines, de la Métallurgie, de la Mécanique et de la Géologie appliquées, tenu à Liège du 25 juin au 1^{er} juillet.

A l'issue du Congrès des Mines et de la Métallurgie qui eut lieu à Paris, en 1903 (1), il fut décidé que le prochain congrès aurait lieu à Liège.

Son organisation fut confiée à l'Association des Ingénieurs sortis de l'École de Liège et le Comité chargé de cette organisation jugea à propos d'y adjoindre deux autres sections, celles de la mécanique et de la géologie appliquées.

Ainsi que le *Génie Civil* l'avait annoncé (2), ce congrès a été tenu du 25 juin au 1^{er} juillet dans les locaux de l'Université.

Le *Génie Civil* se propose de donner, ultérieurement, une analyse des principales communications faites à ce congrès, dont, pour aujourd'hui, nous nous bornerons à constater la réussite, grâce aux efforts de son Comité d'organisation qui avait pour président M. MAGARY et pour secrétaire général M. H. DESCHAMPS.

Dans la séance d'ouverture M. Alfred HABETS, Professeur à l'École d'Ingénieurs de Liège, en a été acclamé président. Un certain nombre de vice-présidents ont été choisis, soit parmi les notabilités scientifiques présentes, soit parmi les délégués des Gouvernements étrangers. Enfin les présidences des quatre sections ont été ainsi attribuées:

Mines: M. HANZÉ, Directeur général honoraire du Corps des Mines de l'État Belge;

Métallurgie: M. GREINER, Directeur général de la Société Cockerill;

Mécanique: M. HUBERT, Professeur de mécanique et de physique industrielle à l'Université de Liège;

Géologie appliquée: M. MAC LOHEST, Professeur de géologie appliquée à l'Université de Liège.

Parmi les principales questions examinées par le Congrès, nous citerons:

Section des Mines: le creusement des puits à grande profondeur; les machines d'extraction et d'épuisement; les divers procédés de remblayage et notamment le remblayage par l'eau (1); la préparation mécanique des minerais et charbons; les moyens de se prémunir contre le grisou; etc.;

Section de Métallurgie: l'épuration des gaz de haut fourneau; le ciment de laitier; les aciers spéciaux; etc.;

Section de Mécanique: les moteurs à gaz et les gazogènes; les turbines à vapeur et à gaz; la surchauffe de la vapeur, etc.;

Section de Géologie appliquée: de nombreuses études sur les bassins houillers de la Belgique et du Nord de la France; les applications de la Paléontologie à la Géologie appliquée; diverses monographies sur certains gisements métallifères; etc.;

Quant aux excursions, aussi nombreuses que variées, elles ont permis d'apprécier l'extrême activité industrielle du pays de Liège, et il n'est que juste de constater que les congressistes ont reçu un excellent accueil dans toutes les installations qu'ils ont visitées, notamment dans les usines de la Vieille-Montagne, de la Société Cockerill, de la Société Ougrée-Marihay, etc., et dans les nombreux charbonnages situés aux portes de la ville.

A. D.

Congrès international du Pétrole, tenu à Liège du 26 juin au 1^{er} juillet.

En même temps que le Congrès dont nous venons de parler, avait lieu le deuxième Congrès international du Pétrole, organisé avec la collaboration de la Commission permanente instituée par le premier Congrès tenu à Paris en 1900 et présidée par M. Ed. LIPPMANN, ancien président de la Société des Ingénieurs civils de France.

Ce Congrès a élu président M. DEJARDIN, Ingénieur en chef des Mines, à Bruxelles, et il a consacré la partie de son temps qui n'était pas employée à des excursions et à des visites d'usines, à la discussion des diverses questions intéressant l'industrie du pétrole. Il s'est divisé en quatre sections qui ont étudié:

La première, la géologie, la prospection et l'exploitation des gisements de pétrole;

La deuxième, son traitement industriel: distillation, raffinage, etc.;

La troisième, l'utilisation du pétrole et de ses dérivés;

Enfin, la quatrième, les législations relatives aux gisements et au transport du pétrole.

Congrès de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences, en 1905.

Le 34^e congrès de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences se tiendra à Cherbourg, du 3 au 10 août 1905, sous la présidence de M. Alfred GIRARD, membre de l'Institut.

Il comprendra, comme d'habitude, un certain nombre d'excursions dans les environs du siège du Congrès et sera divisé en 19 sections. Nous donnons ci-après la liste des questions proposées à l'examen des 3^e et 4^e sections (*Navigation, Génie civil et militaire*) qui se réuniront sous la présidence de M. BERTIN, membre de l'Institut, ancien directeur du Génie maritime:

1^o Emploi, pour les constructions à la mer, des blocs artificiels dans la fondation et du béton armé dans la superstructure;

2^o Progrès récents de l'outillage mécanique agricole, spécialement pour la fabrication du beurre;

3^o Étude comparée des carburateurs;

4^o Turbines à vapeur et à pétrole;

5^o Travaux d'hydrographie récents.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 45, et t. XLV, n° 43 et 44.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 44, p. 257.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 25, p. 416.

Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

Les nouveaux ateliers de chemins de fer du Lake Shore and Michigan Southern, à Collingwood. — Ces ateliers réparent annuellement 350 locomotives et 500 voitures à voyageurs, mais leur production pourrait être augmentée de 30 %. Le plan général est conçu en vue d'une circulation méthodique des matières, pour le transport desquelles on utilise un réseau de voies étroites qui relient entre eux les bâtiments. Au centre, se trouve la station de production de force motrice; à l'ouest, les magasins entourés des quais de chargement; au nord, l'important bâtiment des locomotives, comprenant le montage, la chaudronnerie, l'atelier des machines-outils. À l'est, sont la fonderie de bronze, la boulonnerie, l'atelier des ressorts et la forge. Le sud est réservé aux travaux du matériel roulant. Comme annexes, signalons les bureaux et le laboratoire de chimie.

Les transports de force s'effectuent par l'électricité, la vapeur et l'air comprimé. Dans la station centrale, sont installés une batterie de six chaudières à tubes d'eau, avec foyer à chargement automatique et deux groupes électrogènes de 650 et 150 chevaux; le moins puissant sert à l'éclairage électrique. Un compresseur d'air est actionné par une machine à vapeur spéciale. Le courant électrique est produit sous la tension de 240 à 250 volts.

Le montage mérite une mention particulière, tant à cause de ses vastes proportions que de ses dispositions rationnelles. Il mesure $160^m 2 \times 74^m 67$ en trois travées et comporte 24 voies de 23 mètres de longueur, distantes de $6^m 70$, ayant chacune une fosse de 12 mètres. Entre ces voies sont installés des établis et des servantes pour recevoir les pièces démontées ainsi que l'outillage. Les locomotives sont transportées, à leur entrée et à leur sortie, à l'aide d'un transbordeur supérieur de 100 tonnes, de 20 mètres de portée. L'allumage des machines se fait dans l'atelier même; les fumées se rendent, par un tuyau flexible, dans un canal souterrain où elles sont aspirées.

La chaudronnerie possède une riveuse hydraulique, desservie par un pont roulant de 30 tonnes, à marche rapide.

Le chauffage des ateliers se fait par la vapeur d'échappement envoyée dans des serpentins autour desquels circule l'air qui s'échauffe et est refoulé par un puissant ventilateur dans les tuyaux qui règnent le long des murs et des colonnes.

Cette installation, dont la description complète, accompagnée de planches hors texte, a été donnée dans le numéro de mai de l'*Organ für die Forts. des Eisenbahnw.*, peut être considérée comme un modèle de la pratique actuelle américaine.

Résultats d'exploitation du Métropolitain de Vienne en 1904. — D'après la *Zeit. des Ver. deutsch. Eisenbahnw.*, du 10 juin, le Métropolitain de Vienne, dont le *Génie Civil* a donné autrefois une description détaillée (1), a enregistré en 1904 : 5 158 040 couronnes de recettes et 5 928 980 de dépenses. Le déficit, qui surpasse de 225 000 couronnes celui de l'exercice précédent, semble dû en partie à la concurrence très vive du réseau des tramways. Le nombre de voyageurs a été de 29 953 000, contre 32 012 000 en 1903; le jour le plus chargé, le 25 mai, on a transporté 255 620 personnes.

Tournage des bandages de roues en service. — L'*Engineering News*, du 8 juin, signale comment au moyen d'un patin spécial, garni de matière abrasive, on peut tourner les roues qui par suite d'usage présentent des flaches, sans qu'il soit nécessaire de les démonter et de les faire passer à l'atelier. Ce patin s'adapte de façon qu'en cours de route les parties saillantes des roues viennent s'user contre lui. À cet effet, il s'étend sur toute l'épaisseur du bandage, en dehors du mentonnet, et comporte des logements qui sont alternativement vides et remplis de matière abrasive.

Ce système, employé en Amérique, plutôt sur les tramways que sur les lignes de chemins de fer, aurait, paraît-il, donné de très bons résultats.

Protection des voies ferrées contre la neige.

— La Compagnie du Canadian Pacific Railway a fait construire au-dessus de ses voies, sur plus de 10 kilom. de son réseau, des sortes d'abris, dans les parties à flanc de coteau qui sont plus spécialement exposées, pendant l'hiver, aux obstructions que produisent les avalanches ou les chutes de neige.

Ces abris sont décrits sommairement et représentés dans l'*Engineering Record*, du 10 juin. Ils sont en bois de charpente et peuvent résister à une charge de neige de 6 mètres d'épaisseur. Ils sont de deux types : l'un est renforcé longitudinalement et peut résister à des poussées latérales. Sur environ 2500 mètres, la ligne est doublée par une voie parallèle, non abritée, qui est utilisée pendant la période estivale.

ÉLECTRICITÉ

Fabrication et essai des isolateurs à haute tension. — L'*Electrical Review* (N. Y.), du 3 juin, décrit les procédés employés à la Locke Insulator Manufacturing Co, pour la fabrication et la vérification des isolateurs en porcelaine, et notamment de ceux employés dans les lignes à haute tension.

Les kaolins, soigneusement choisis, sont broyés, puis délayés dans l'eau et placés avec des fragments de quartz dans un broyeur à boulets pourvu d'un revêtement en briques de porcelaine. Le liquide est ensuite passé au filtre-pressé, puis la matière est forcée à travers un mandrin, formant ainsi un « saucisson » de 10 centimètres de diamètre. Les pièces sont faites avec cette matière, en tenant compte d'un retrait de 15 %.

La pièce est moulée dans un moule en plâtre; elle est travaillée intérieurement au tour, puis abandonnée pendant quelques heures pour être ensuite démontée et finie extérieurement. Après séchage complet, on la plonge dans une solution de silicate, qui donne à la fois le fini et la couleur (généralement brune).

Les pièces sont cuites dans des fours pourvus d'appareils pyrométriques.

Les isolateurs pour plus de 5000 volts sont essayés avant de quitter les ateliers. À cet effet, ils sont retournés dans une cuve d'eau salée, puis partiellement remplie d'eau. Une chaîne en communication avec un conducteur supérieur amène le courant à haute tension.

L'usine possède un transformateur de 200 kilowatts pouvant aller jusqu'à 500 000 volts. Chaque cuisson comprend des plaques d'épreuve qui sont essayées jusqu'à perforation. Une cabine obscure, pouvant recevoir de l'eau et de la vapeur, sert aux essais d'humidité et de condensation.

Condensateur électrolytique à l'aluminium.

— M. C. I. ZIMMERMANN a présenté à la Société Electrochimique américaine, le 25 avril dernier, un mémoire faisant suite à ses précédents travaux sur les voltmètres à aluminium. L'*Electrical World* (N.-Y.), du 20 mai, reproduit cette communication.

Après avoir, par analogie avec les phénomènes hydrauliques, expliqué les effets des voltmètres à aluminium en les comparant à une combinaison de membranes et de clapets, l'auteur donne les chiffres qu'il a trouvés pour la résistance, la constante diélectrique et la rigidité électrostatique de la mince pellicule isolante formée sur les électrodes.

La résistance spécifique est de $1,33 \times 10^{11}$ ohms-centimètres.

La rigidité électrostatique peut dépasser celle du mica, et atteindre 5 à 6 millions de volts par centimètre.

La constante diélectrique est particulièrement élevée pour un solide (14,6).

L'auteur examine finalement les pertes dans l'élément, puis donne les résultats d'essais faits sur divers condensateurs symétriques, dissymétriques et polyphasés.

Mesure de glissement dans les moteurs asynchrones. — Après avoir exposé les difficultés que présentent les méthodes ordinaires, notamment pour la mesure des forts glissements, M. F. LAWTON STONE décrit, dans l'*Electrical World*, du 10 juin, l'appareil qu'il a construit pour cette mesure. Cet

appareil se compose d'un compteur actionné par un mouvement différentiel, relié d'un côté à un moteur synchrone, de l'autre au moteur en essai.

Un changement d'engrenages permet d'utiliser l'appareil avec des moteurs ayant des nombres de pôles différents.

Calcul des appareils de mesure à bobine mobile. — Dans l'*Elektrotechnische Zeitschrift*, du 15 juin, M. F. JANUS indique une méthode de calcul des voltmètres et ampèremètres à aimant permanent.

Après avoir déterminé le couple qui correspond à la déviation maximum, il donne des indications sur la valeur du champ. Les mesures qu'il a faites lui ont donné pour l'induction spécifique des valeurs à peu près proportionnelles au volume de l'aimant et comprises entre 400 et 2500.

Le rapport du couple au poids de la partie mobile est un des facteurs caractéristiques. L'auteur indique la valeur de 0,17 comme convenable pour le cas de pivots en acier à 60 degrés dans des saphirs à 90 degrés.

Les ressorts antagonistes, en bronze phosphoreux ou en cuivre, peuvent être également calculés. L'auteur indique un procédé pour la mesure de leur module d'élasticité et la détermination du travail maximum du métal. Il donne un exemple de calcul de ressort et termine par des détails sur le calcul de l'enroulement.

CONSTRUCTIONS CIVILES

La nouvelle école de constructions mécaniques de Cologne. — Le développement de l'école industrielle municipale de Cologne, fondée en 1879, a nécessité la construction, l'année dernière, d'un nouveau bâtiment destiné à la seule section de constructions mécaniques, de façon à dégager les deux autres sections (bâtiment et art industriel).

Le *Zentralbl. der Bauverw.*, du 3 juin, en donne les plans et photographies, accompagnés d'une note de M. SCHILLING. C'est un important bâtiment à deux étages principaux, pourvu de laboratoires de physique, chimie et électricité, d'ateliers, de salles de classe et de dessin; puis un bâtiment pour les machines et enfin une salle des fêtes qui forme un pavillon entièrement séparé, relié au grand vestibule d'entrée par une véranda couverte. Cette salle peut servir à des expositions, réunions diverses, et le public y accède sans avoir à traverser les locaux scolaires.

Les façades, vestibules, escaliers, et pièces d'apparat ont reçu une décoration très soignée, qui peut surprendre dans une simple école professionnelle.

La dépense, pour une surface bâtie de 3570 mètres carrés, s'est élevée, y compris le calorifère et l'éclairage électrique, à 1 350 000 marks environ.

Hôpital de Neustadt (Haute-Silésie). — L'hôpital de Neustadt, dont le *Zentralbl. der Bauverw.*, du 10 juin, reproduit les plans et photographies, a été fondé par la famille Pinkus; ouvert depuis l'hiver dernier, il assure à la population ouvrière de la ville des secours médicaux et un repos dans un séjour agréable, au milieu d'un grand enclos boisé et bien exposé.

L'ensemble comporte un bâtiment principal, un bâtiment de service et des écuries. Le bâtiment de service, sans étage, sert principalement au lavage, au séchage et à la désinfection du linge; la machine à laver est actionnée par un moteur à gaz.

Le bâtiment principal, avec sous-sol élevé, deux étages et un comble en partie aménagé avec des fenêtres, contient actuellement trente lits, répartis dans des chambres dont beaucoup ne reçoivent qu'un seul malade, et il renferme tous les services utiles : bains, salles d'opérations et de consultations, laboratoires, pharmacie, etc.

La cuisine renferme un grand fourneau et quatre marmites à vapeur de 30 à 40 litres chacune; les plats sont transportés par monte-charges. En outre, à chaque étage se trouve une petite cuisine pour la préparation ou le réchauffage des médicaments et aliments.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, nos 14 et 15.

Le bâtiment est alimenté avec l'eau et le gaz de la ville; il est chauffé à la vapeur, et des lanternes d'aération évacuent l'air par le toit.

L'architecture intérieure et extérieure est simple, mais très soignée, et le prix de revient de chaque lit est de 10 000 marks.

Magasin à grains de la ville de Dortmund (Prusse). — Le *Praktische Maschinen Konstrukteur*, du 22 juin, donne une photographie et les plans schématiques d'un magasin à grains assez important qui a été construit au bord du canal de Dortmund à l'Ems, pour le compte de l'administration du port de Dortmund.

Le bâtiment massif, à cinq étages, laisse entre le bord du quai et lui un passage suffisant pour deux voies ferrées. Un élévateur à godets, monté sur un pylône fixe, et relié au bâtiment par un transporteur à courroie abrité dans une passerelle couverte, sert à décharger les bateaux. La portée maximum de cet appareil va jusqu'à 12^m 65 du bord du quai.

Le magasin ne comporte pas de silos; les grains sont accumulés à chaque étage. Des élévateurs verticaux, des transporteurs horizontaux placés dans le comble et des tuyaux de chute en permettent la manutention et la répartition. Il existe, en outre, divers appareils de nettoyage, commandés électriquement, aussi bien que ceux de transport.

Maison de famille des élèves de l'École supérieure d'agriculture de Vienne (Autriche). — M. FRIEDRICH publie, dans l'*Oesterr. Wochens.*, du 17 juin, une description, accompagnée de plans et photographies, de la maison de famille récemment construite pour loger confortablement un certain nombre d'élèves de l'École supérieure d'agriculture, à Vienne.

Cet édifice, d'une architecture assez élégante, est situé dans l'enclos de l'École, de l'autre côté du jardin d'expériences, et renferme : au rez-de-chaussée, les logements et bureaux du personnel, une grande salle à manger et une salle de lecture; aux étages, des chambres et une terrasse.

Les prix de location varient, suivant les chambres, de 25 à 35 francs par mois; les repas sont également servis à des prix très modérés.

Cette maison, ouverte depuis le mois d'octobre dernier, a coûté environ 300 000 francs, pour une surface bâtie de 600 mètres carrés et peut recevoir cinquante-huit pensionnaires.

Bâtiments ruraux en béton armé. — Une écurie-remise type, construite uniquement dans un but utilitaire par la Bell Engineering and Construction Co., est décrite dans l'*Engineering Record*, du 10 juin.

Aucune règle uniforme n'a été suivie dans la construction de ce bâtiment; au contraire, on a varié les méthodes de renforcement et les procédés de construction, de façon à pouvoir tirer de cette diversité quelque renseignement dont on profitera pour les constructions du même genre qu'on se propose de faire d'une façon courante dans l'avenir.

Sauf la couverture, tout est en béton armé. L'exécution a été très rapide: elle a duré moins de trois mois.

HYDRAULIQUE

Transport des bois par flottage dans des aqueducs. — On construit souvent, dans les régions montagneuses des États-Unis, des aqueducs en bois de dimensions très réduites qui servent au transport des pièces de bois. Ce système, employé dans les pays dénués d'autres moyens de transport, est rapide et économique; quelquefois il est aussi employé au transport de la canne à sucre.

L'*Engineering News*, du 18 mai, donne la description de plusieurs de ces canaux et de leur construction.

L'un d'eux, établi il y a quelques années dans la région du Big Horn (Wyoming) pour le transport des bois de mines jusqu'au chemin de fer le plus voisin, a 20 kilom. de longueur environ; il traverse deux tunnels, l'un de 97 mètres, l'autre de 27, et un pont de 120 mètres de longueur et de 27 mètres de hauteur. Il se termine par une chute sèche de 213 mètres, pendant laquelle les bois sont guidés par des poteaux et tombent dans un étang; la chute totale est de 1 220 mètres. Cet aqueduc peut transporter plus de 2 000 pièces par journée de dix heures.

Dans une sucrerie des îles Hawaï, ce système a été employé en faisant suivre aux canalisations d'eau alimentant la sucrerie le chemin le plus favorable au transport des cannes.

Ce canal a, dans la partie qui a servi au transport de l'eau et des bois, 14 kilom. de longueur, une pente de 2 ‰ et une section rectangulaire de 0^m 80 au plafond et 0^m 65 de hauteur; il est construit en planches et porté par des cadres en bois espacés de 2 mètres environ.

Les canaux à cannes, sur la plantation, ont une section en forme de V dont les branches se prolongent par des parties verticales. Les branches du V ont 0^m 35 et 0^m 45 de longueur, 38 millimètres d'épaisseur; les parties verticales ont 0^m 15 et 0^m 30 de hauteur. Les plus grands de ces canaux en V ont un débit de 0^m 224 par seconde, des pentes minima de 26 ‰ et peuvent transporter 60 tonnes de cannes à l'heure. La vitesse de transport augmente avec la pente qui atteint parfois 4 ‰.

L'auteur donne quelques renseignements sur les prix de ces canaux.

Les canaux à bois s'usent assez vite; il est préférable de les recouvrir de toile.

Un autre canal, construit depuis vingt ans pour le transport des bois, a 0^m 60 de largeur au plafond et des côtés de 1^m 20 inclinés à 35 degrés sur la verticale. Le rayon des courbes de ce canal descend jusqu'à 30 mètres et les pentes varient de 1 à 7 ‰.

La forme en V, plus ou moins accusée, est presque générale; elle procure une économie d'eau pour un plus grand débit de bois. Il y a parfois très peu d'eau dans ces canaux; elle fait alors en quelque sorte office de graisseur. Les ouvriers se servent parfois de ces canaux en se laissant glisser sur des sortes de bateaux plus ou moins rudimentaires.

Les courbes qui raccordent les pentes différentes doivent être faites avec grand soin.

Mesure du débit des rivières partiellement gelées. — Dans les stations où l'on mesure le débit des rivières au moyen des compteurs de courant qu'emploie le service de l'United States Geological Survey, on constate que si l'on applique les règles ordinaires à l'évaluation du débit des rivières partiellement gelées, on arrive à des résultats souvent très erronés.

Les conditions d'écoulement de l'eau dans les rivières partiellement gelées doivent *a priori* être variables suivant que la glace de la surface est plus ou moins suspendue au-dessus de l'eau ou exerce sur celle-ci une poussée supérieure à son poids.

M. F. TILLINGHAST rend compte, dans l'*Engineering News*, du 11 mai, d'études expérimentales entreprises par la U. S. Geological Survey pour déterminer les conditions d'écoulement des rivières partiellement gelées et l'influence de celles-ci sur les vitesses moyennes aux différentes profondeurs et sur les rapports de la hauteur à laquelle il convient de faire la mesure de la vitesse moyenne de débit dans les conditions normales d'écoulement.

Les résultats de ces expériences sont consignés dans des tables; un diagramme a été construit à l'aide de ces tables pour le cas d'une rivière où l'eau pesait sur la glace, puisqu'elle s'est élevée dans les trous creusés pour le passage des compteurs.

Ce graphique montre que, dans ce cas, l'écoulement était analogue à celui d'un liquide dans un tuyau. La vitesse moyenne reparait à deux hauteurs (à 0,41 et 0,71 de la profondeur, d'après une moyenne de 101 courbes) et la vitesse maximum est en moyenne à 0,36 de la profondeur.

Projet d'amélioration du cours du Sacramento et de ses affluents (Californie). — Dans une note consacrée à l'hydrologie du bassin du Sacramento, donnée par l'*Engineering Record*, du 6 mai, M. P. JENNINGS fait la critique des moyens employés jusqu'alors pour l'utilisation des eaux et de voies navigables et répartit les responsabilités de l'état de choses actuel. Malgré les travaux locaux qui ont été effectués, les facilités de navigation ont diminué et les dégâts causés par les inondations ont plutôt augmenté; l'auteur insiste sur la nécessité d'adopter un programme relatif à l'ensemble du bassin.

Après avoir étudié le régime du fleuve et de ses principaux affluents, il signale les difficultés qui seront rencontrées et donne quelques détails des travaux qui devront être entrepris. Dans ses grandes lignes, le projet présenté par une Commission d'Ingénieurs, et adopté par la River Improvement and Drainage Association de Californie, peut se résumer ainsi :

1° Construction de digues réduisant le lit des di-

vers cours d'eau et augmentant les surfaces cultivables;

2° Rectification et dragage des cours d'eau;

3° Construction de canaux drainant l'eau des collines et la conduisant directement aux rivières au lieu de laisser ruisseler les eaux sauvages dans les différents bassins;

4° Aménagement, dans les digues, de déversoirs d'évacuation des trop-pleins en temps de crue; ces déversoirs sont reliés aux canaux de drainage précédents.

M. P. Jennings donne l'évaluation approximative des devis partiels dont l'ensemble s'élève à 120 millions de francs. Les charges résultant de ces travaux seront réparties entre la Confédération, les États intéressés et les propriétaires riverains.

En dehors des grandes améliorations dont bénéficiera la navigation, la réalisation de ce projet permettra la mise en valeur de plus de 400 000 hectares de terrains qui sont parmi les plus fertiles de la Californie; on estime que leur valeur sera augmentée d'environ 600 francs à 700 francs à l'hectare.

Distribution d'eau pour le service d'incendie à Newark (États-Unis). — Les grandes lignes de ce projet actuellement en cours d'exécution sont exposées dans l'*Engineering Record*, du 6 mai. L'eau sera distribuée dans le centre de la ville, quartier des affaires et le plus peuplé, à une pression variant de 9 à 10 kilogr. par centimètre carré.

Un réservoir, construit à 12 kilom. de la ville, à 115 mètres au-dessus du sol de la chaussée du quartier desservi par la distribution, maintient constamment cette pression et permet l'alimentation de huit jets débitant environ 1 400 litres chacun à la minute.

La canalisation, toute en fonte, comporte deux séries de tuyaux d'épaisseurs différentes: l'une ordinaire pour la partie supérieure, l'autre renforcée pour la partie inférieure. Les tulipes d'emboîtement de cette deuxième partie sont de plus renforcées par des frettes en fer. L'étanchéité, sous cette pression, est assurée par deux joints au plomb coulés successivement dans les logements spécialement ménagés à l'intérieur des tulipes.

Cette canalisation à haute pression sera reliée à la distribution ordinaire de la ville par l'intermédiaire de régulateurs qui permettront de maintenir une charge constante dans la distribution à basse pression en cas de débits anormaux.

Des appareils automatiques signalent les accidents qui peuvent survenir dans la canalisation et permettent d'éviter la vidange rapide du réservoir.

Amélioration de la basse plaine de Bologne. — La plaine bolonaise, d'une superficie de 1 000 kilom. carrés environ, s'étend sur la rive droite du Reno, lequel se jette directement dans l'Adriatique; sa majeure partie est inondée assez fréquemment. A sa périphérie, le terrain descend d'abord en pentes assez rapides, puis ensuite très faibles, mais la plus grande étendue, avoisinant le fleuve, est presque horizontale. L'eau qui tombe sur cette plaine s'écoule dans le fleuve au moyen de canaux, endigués dans leurs parties inférieures, et munis d'écluses aux points de déversement.

Dans la partie basse du fleuve, entre Pamfilia et Morgone, le lit est très élevé; il s'envase progressivement et ses digues surplombent la campagne environnante. A chaque crue, lorsque les écluses sont fermées, les canaux n'ont plus d'écoulement; alors plus de 500 kilom. carrés de terrains cultivés sont envahis par les eaux et les plus grands désastres sont à redouter.

De nombreux projets d'amélioration de cette plaine ont été étudiés; le remède le plus radical, celui qui consiste à déverser les eaux du Reno dans le lit du Pô, coulant au nord du Reno dans une direction sensiblement parallèle, avait reçu un commencement d'exécution sous l'administration de Napoléon I^{er}. Depuis, la question a été souvent reprise. Actuellement, deux programmes restent en présence.

Quel que soit celui des deux projets qui sera adopté, pour calculer la section du canal principal et celle des tributaires que chacun d'eux comporte, il faut connaître le débit maximum des drains, ce qui revient à connaître le régime des pluies de la région. C'est une contribution à cette étude qu'entreprend M. GIACINTO VENTURA, dans le *Giornale del Genio Civile*, de janvier.

Le régime des pluies n'est établi que très imparfaitement: les relevés pluviométriques des stations de la région ne remontent pas au-delà de 1894.

seuls ceux de Bologne partent de 1866. M. Ventura trouva cette période trop courte et rechercha s'il n'existe pas une loi simple de la distribution des pluies aux divers points de la contrée. L'examen des courbes représentant les relevés des principaux pluviomètres ne permit pas de déduire de loi simple, mais les observations faites à Bologne, depuis 1866, montrent que les études peuvent prendre pour base les relevés de la période 1894-1902.

L'auteur, se proposant de calculer le coefficient udométrique, c'est-à-dire la fraction d'eau pluviale qui s'écoule dans les drains, montre qu'il est une résultante de nombreuses variables : de l'infiltration qui dépend de la nature des terrains, de leur pente et des cultures, de l'évaporation qui dépend elle-même des conditions atmosphériques, enfin, de la saturation plus ou moins grande du terrain. Une détermination mathématique rigoureuse paraît impossible, et, de plus, le serait-elle, il convient, pour éviter des travaux de trop grande importance, de laisser de côté les chutes d'eau exceptionnelles et de ne pas rechercher une sécurité absolue.

M. Ventura expose deux méthodes de détermination des coefficients udométriques : la première a pour base le régime des pluies dans le mois le plus pluvieux de la période observée ; la deuxième tient compte de l'étendue et de la topographie des divers bassins. Dans chacune de ces méthodes, on détermine trois séries de coefficients : ceux des terrains bas, ceux des parties élevées, ceux de l'ensemble des parties hautes et basses. Cette étude conclut à l'adoption des résultats donnés par la seconde méthode ; ils sont un peu plus élevés que ceux de la première et sont comparables à ceux qui furent trouvés dans des recherches analogues, pour d'autres régions.

L'auteur estime que les coefficients, ainsi trouvés, sont pratiques et ont toute l'exactitude que l'on peut demander à des calculs ayant pour bases les données incertaines de la météorologie et de l'hydrologie.

HYGIÈNE

Pollution des fleuves par les eaux résiduelles des papeteries. — *L'Engineering News*, du 25 mai, donne un résumé du rapport de MM. LANDRETH et WHIPPLE relatif à une enquête faite par eux au sujet de la pollution des eaux du lac Champlain (États-Unis) par les eaux résiduelles de deux fabriques de pâte à papier employant l'une le procédé à la soude, l'autre celui au bisulfite.

Le dépôt nauséabond formé de matières organiques en décomposition, qui se produit au bord des fleuves tranquilles ou de certains lacs, n'est pas dû à la pulpe de bois entraînée mécaniquement comme on le croyait ; il est dû à la décomposition des tissus morts des algues qui croissent sur les fonds et sur les rochers et qui y sont amenés après qu'elles se sont détachées. Or ces algues trouvent dans les eaux une nourriture d'autant plus abondante que celles-ci sont plus riches en matières organiques, en particulier lorsqu'on y déverse des eaux d'égout, ce qui était le cas ici.

Il ne semble pas que le déversement des eaux résiduelles d'une papeterie employant la soude, ait pour effet d'activer la végétation des algues ; au contraire, celle qui emploie le bisulfite déverse des eaux sulfureuses, qui, en prévenant l'oxydation, favorise cette végétation.

L'article indique en détail comment l'enquête a été poursuivie et se termine par un exposé des mesures auxquelles il y a lieu de soumettre les papeteries. Les eaux résiduelles ne doivent être jetées dans les rivières qu'après décantation ; les boues et résidus solides doivent être desséchés et brûlés ; les liqueurs sulfureuses doivent être évaporées.

Protection des immeubles renfermant des magasins à liquides inflammables. — Le développement rapide de la consommation des essences minérales a attiré l'attention des membres de la Fire Protection Association de New-York, qui viennent de résumer les mesures à prendre dans la construction des magasins à liquides inflammables. Ces prescriptions ne visent que les stocks de peu d'importance, les seuls qui soient admis dans les immeubles habités ; elles ont trait plus spécialement aux provisions journalières d'essence, d'huiles et de peintures.

L'Engineering News, du 1^{er} juin, reproduit une conférence faite sur ce sujet, le 22 mai, à la Fire Protection Association ; toutes les parties constituant les locaux visés sont passées en revue. Les matériaux qu'il est possible d'employer pour la construction des parquets, murs et plafonds sont examinés.

Le plancher doit être incliné vers l'orifice d'un tuyau conduisant, loin de l'immeuble ou dans un réservoir spécial, les traces de liquides qui s'écoulent pendant les manutentions.

Les dimensions des portes, des fenêtres et celles du tuyau de ventilation sont fixées. Sont également énumérées les mesures préventives que l'on doit prendre pour éteindre rapidement un incendie qui se déclarerait dans le magasin : lances dont le tuyau est relié à la canalisation d'eau, seaux de sable toujours prêts, extincteurs à acide carbonique, etc.

La note se termine par des conseils sur la manipulation de ces produits et met en garde contre les dangers que font courir les moindres imprudences.

Le steamer « Clayton » pour le service d'incendie et de désinfection de la Delagoa Bay. — Ce navire, à deux hélices, qui a été construit récemment par MM. Forrest and Co, de Wyvenhoe, pour le Gouvernement du Mozambique, est décrit dans *L'Engineering*, du 2 juin.

Le navire est destiné à faire le service d'incendie du port ainsi que la désinfection des navires dans les lazarets. Il dispose à cet effet : 1^o d'une pompe à incendie ordinaire pour les incendies en plein air, pouvant débiter 4000 litres par minute, par trois jets portant à 60 mètres ; 2^o d'un appareil Clayton, producteur de gaz sulfureux, pouvant servir soit à la désinfection (sans détérioration) des navires avec leurs marchandises tout arrimées et à la destruction des rats, soit à l'extinction des incendies de cale. Ces appareils et leur tuyauterie sont placés sur le pont.

Les caractéristiques principales de ce navire sont : longueur, 21^m 50 ; largeur au maître-couple, 4 mètres ; tirant d'eau en charge maximum, 0^m 75. La coque est en acier doux Martin-Siemens. Le navire porte deux mâts de charge. Les deux chaudières sont du type aquatubulaire Yarrow : l'une suffit pour fournir la vapeur nécessaire au fonctionnement des machines motrices, de la pompe et de l'appareil Clayton. L'équipage de trois hommes est logé dans une cabine extérieure, placée à l'arrière sur le pont.

L'article donne une description de l'appareil Clayton et de son mode de fonctionnement qui est le suivant (1). Le gazogène est un cylindre renfermant une provision de soufre en canons ; au moment de la mise en marche, on arrose ce soufre d'un demi-litre d'alcool et on y met le feu ; on active la combustion et on l'entretient ensuite en faisant passer de l'air dans le gazogène au moyen d'un ventilateur ; dans le gaz sortant, tout l'oxygène de l'air est sensiblement remplacé par du gaz sulfureux ; ce gaz, à la fois bactéricide et impropre à entretenir la combustion et la respiration, est envoyé directement dans la partie du navire infectée ou enflammée.

MÉCANIQUE

Grue-locomotive à commande électrique. — Si les ponts roulants électriques se rencontrent partout, il est plus rare de voir une grue-locomotive à pivot, circulant sur voie ferrée ordinaire, et actionnée par le courant électrique emprunté à une ligne aérienne. C'est un appareil de ce genre, construit depuis deux ans, pour une fabrique de ciment des environs de Dresde, que décrit la *Zeits. des Ver. deutsch. Ing.*, du 3 juin. Elle sert à charger les tuyaux de ciment et autres marchandises dans les wagons et à manutentionner ces wagons depuis l'usine jusqu'à la gare, sur un trajet d'environ 700 mètres.

Comme on n'a pas pu établir de ligne aérienne sur le domaine du chemin de fer, on a dû installer dans la cabine une batterie d'accumulateurs, qui sert d'ailleurs de contrepoids, et une commutatrice qui transforme en continu le courant triphasé à 220 volts de l'usine, amené par les trois fils de ligne. Ce même courant alimente directement les moteurs de levage et de rotation, le courant continu n'étant nécessaire que pour le moteur de propulsion.

A part cette complication de mécanisme, qui multiplie les appareils et les connexions et élève le prix de la machine, la grue ressemble aux grues automotrices à vapeur du type courant à pivot monté sur chariot. Au sommet de la cabine sont montées les trois perches, du type tramway ; le milieu de cette cabine est occupé par le pivot et les moteurs, l'arrière par les accumulateurs, l'avant par les appareils de mise en marche et de freinage. La volée a 6^m 50 de portée ; la puissance de levage est de 1 250 kilogr. La puissance de chaque moteur est de 3 à 4 chevaux.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 40, p. 454, et t. XLIV, n° 11, p. 172.

Erreurs dues à l'inertie dans le tracé des diagrammes des machines motrices. — Ces erreurs, leurs causes et les moyens de les éviter sont étudiés dans un article de MM. G. S. ROSE et G. SAVARY, que donne *L'Engineering*, du 12 mai. Ces erreurs ne conduisent généralement pas à des résultats pratiques très différents de ceux qu'on obtiendrait si l'inertie du ressort commandant le traceur n'intervenait pas ; il y a exception cependant pour l'erreur relative à l'évaluation de la pression effective moyenne, car elle peut atteindre jusqu'à 6 % de sa valeur réelle.

Dans les machines à très grande vitesse, les organes de l'indicateur doivent être aussi légers que possible ; de plus, un essai à blanc doit être fait en tournant à la main de façon à s'assurer que la longueur qui correspond à la course est bien la même que pendant le fonctionnement réel.

Machine à façonner le tranchant des perceuses. — Les frais de forgeage et d'affûtage des outils constituent un facteur important du prix de revient des excavations au moyen de perceuses.

L'Engineering, du 19 mai, donne la description d'une machine du type Ajax qui est employée pour exécuter mécaniquement ce travail et qui permet de réaliser ainsi une économie notable.

La forme est donnée à l'outil par deux marteaux fonctionnant par l'air comprimé qui agissent successivement sur lui ; la machine peut passer en vingt-quatre heures 1200 outils, qui sont capables de percer un nombre de trous qui est de 100 à 300 % supérieur à celui que peuvent percer les outils forgés à la main.

L'auteur termine en comparant les prix du façonnage des outils avec cette machine ou à la main.

Mesure des variations de la vitesse des machines marines. — *L'Engineering*, du 26 mai, reproduit un mémoire qu'a présenté M. J. H. HECK à l'Institution of Naval Architects, dans lequel l'auteur expose une méthode graphique permettant de déterminer les variations de vitesse qui se produisent dans les machines marines pendant une période très courte, un tour entier de l'arbre d'hélice, par exemple ; dans ce cas, on compare entre elles des fractions de tour qui peuvent être aussi réduites qu'on le désire.

Le principe de l'appareil rappelle celui du diapason-traceur entretenu électriquement. Au-dessus d'une portion cylindrique assez longue de l'arbre et parallèlement à lui, se déplace un petit moteur électrique à axe vertical, alimenté par accumulateurs. L'arbre de ce petit moteur a son axe dans un plan diamétral de l'arbre et est perpendiculaire à l'axe de celui-ci ; il porte à son extrémité inférieure un traceur placé excentriquement par rapport à l'axe du petit moteur, mais parallèlement à cet axe ; sa pointe décrit donc un cercle de 7^m 5 de diamètre quand le petit moteur est en mouvement.

Si le traceur est appuyé sur l'arbre d'hélice et si celui-ci a été recouvert d'un papier, en poussant à la main le petit moteur sur son guidage, sans le faire fonctionner, le crayon trace une courbe qui se rapproche d'une hélice si la vitesse de translation est à peu près constante ; si le petit moteur fonctionne, le crayon trace des sortes de cycloïdes enroulées en spirales autour de l'arbre.

Il est évident que la distance entre les pointes de deux cycloïdes successives correspond à un même intervalle de temps. Il suffit donc de compter le nombre d'entre elles qui sont comprises entre deux points déterminés, de mesurer la longueur de l'arc compris entre ces deux mêmes points, puis de diviser le deuxième nombre par le premier pour avoir un nombre proportionnel à la vitesse tangentielle moyenne pendant l'intervalle considéré. On peut réduire cet intervalle autant qu'on le désire et augmenter d'ailleurs la vitesse du petit moteur de façon que cette vitesse moyenne puisse être confondue pratiquement avec la vitesse instantanée à un instant donné.

Les essais qui ont été faits par l'auteur avec cet appareil, et qui sont rapportés par lui, montrent que la vitesse supposée constante varie considérablement pendant un même tour. C'est ainsi par exemple que, si on compare des intervalles correspondant à un huitième de tour pour une machine à double expansion marchant à 58 tours, l'hélice étant entièrement immergée et par beau temps, on trouve que la variation peut aller jusqu'à 12 % d'un huitième de tour à l'autre ; dans les mêmes conditions, pour un navire à grande vitesse, l'hélice faisant 104 tours, la machine étant à quadruple expansion avec bielles et manivelles équilibrées, la variation est encore de 4,9 %.

En général, les variations diminuent quand le tirant d'eau augmente; de même elles sont presque toujours plus grandes quand le nombre de tours de l'hélice diminue; quand il y a exception à cette règle, les vibrations sont très fortes, et quand les vibrations augmentent, les variations de vitesse augmentent également. Pour des vibrations très fortes, les vibrations deviennent excessives et la vitesse angulaire passe alors par une série de cycles régulièrement espacés.

Plate-forme roulante pour voitures. — On vient d'inaugurer, à Cleveland (Ohio), une plate-forme mobile, analogue aux tapis roulants qui remplacent les ascenseurs dans certains immeubles, pour le transport des voitures du bas en haut d'une rue qui s'élève de 19^m 80 sur une longueur de 128 mètres.

L'Engineering News, du 27 avril, donne quelques renseignements sur cette plate-forme mobile connue sous le nom de chemin roulant Snead, et dont certains détails de construction sont tenus secrets par son inventeur.

Elle pèse 106 tonnes, et elle est actionnée par quatre moteurs électriques Westinghouse de 25 chevaux, pour une charge maximum de 100 tonnes et une vitesse maximum de 48 kilom. à l'heure, ce qui donne deux minutes dix secondes pour la durée d'une ascension sans arrêt.

L'installation de cette plate-forme a coûté environ 500 000 francs; le coût du transport varie de 0 fr. 15 à 2 fr. 50 pour les voitures; il est de 0 fr. 10 pour les piétons.

Moteurs à pétrole pour bateaux. — *L'Engineering*, du 19 mai, donne quelques renseignements sur deux moteurs à pétrole système Griffin, pour bateaux: l'un est constitué par deux moteurs jumelés de chacun 15 chevaux, actionnant séparément deux hélices, l'autre est un moteur de 85 chevaux.

Ces moteurs, construits pour l'emploi d'huiles légères, peuvent aussi être alimentés sans aucune modification en huiles lourdes et brûler toute la série d'huiles comprises entre le pétrole et l'huile lourde de Texan; cette facilité a développé beaucoup leurs applications.

Avec le pétrole la mise en vitesse est immédiate; avec la russolène, elle demande dix minutes; avec l'huile lourde de Texan, vingt minutes.

Une caractéristique de ces moteurs est l'addition d'eau, dans la proportion d'un quart du poids d'huile environ, faite à la charge d'huile; cette eau est vaporisée avec elle.

L'auteur donne quelques diagrammes qui ont été relevés sur ces machines et qui correspondent à l'emploi de différentes huiles.

Méthodes modernes pour la fabrication des chaînes. — Dans *l'American Machinist*, du 27 mai, M. LESLIE B. POWELL, après avoir rappelé l'ancienne méthode pour la fabrication des chaînes à la main (chaque chaînon était coupé à longueur, puis roulé et enfin soudé), décrit les machines modernes qui ont permis de quadrupler la production, tout en améliorant le résultat.

La barre est d'abord enroulée sous forme d'une hélice, soit à froid, soit à chaud si on peut la prendre à la sortie du laminier: une seule machine peut enrouler 5 000 chaînons par jour.

Les spires sont ensuite coupées sur une cisaille spéciale, donnant une coupe à 60 degrés préparée pour la soudure par chevauchement. Cette machine peut couper 36 000 chaînons par jour.

Enfin, la soudure se fait, après chauffage dans un four à coke, à l'aide d'un marteau mécanique donnant 120 coups par minute. Cette machine à souder peut achever 626 chaînons par jour. Avant soudure, le chaînon est introduit sur le reste de la chaîne.

MÉTALLURGIE

La fabrication des pièces en acier coulé. — M. G. WEYLAND étudie, dans la *Revue universelle des Mines*, de mars, la fabrication des pièces en acier coulé. Après avoir constaté que tout atelier moderne de construction doit posséder une installation lui permettant de fabriquer ses pièces en acier coulé et en fonte spéciale, il montre que, dans ce cas, la préférence doit être accordée au petit convertisseur; le four à creusets donnerait un produit trop cher et le four Martin s'accommoderait mal de la fabrication des petites pièces en acier coulé.

Avec le convertisseur, il serait au contraire possible de couler économiquement n'importe quelle pièce au-dessus et en dessous d'une épaisseur de 10 millimètres et d'un poids de 25 kilogr. En Bel-

gique, on produit même avec le petit convertisseur des aciers de 0^m 500 à 3-4 millimètres d'épaisseur, pièces qu'on n'a longtemps pu obtenir qu'au creuset ou en fonte malléable.

Se plaçant dans l'hypothèse d'un atelier de construction possédant déjà une fonderie de fer avec tous les accessoires, séchoirs, meules pour l'ébarbage, etc., M. Weyland indique les principales conditions de l'installation d'un convertisseur et montre qu'il peut produire la tonne d'acier coulé à 113 francs, chiffre maximum. Il signale, dans son étude, un petit convertisseur à soufflage latéral, installé à Brême, qui, ne demandant pas plus de 35 à 50 chevaux-vapeur, transforme, en quinze à vingt minutes, 1 500 kilogr. de fonte liquide en acier.

Dans un atelier à grande production, les cubilots peuvent marcher simultanément, les uns coulant de la fonte, les autres alimentant le ou les petits convertisseurs.

La sidérurgie de l'Est et l'exportation. — M. L. BAILLY examine, dans la *Revue de Métallurgie* de mai, la situation, au point de vue de l'exportation de leurs produits, de nos usines sidérurgiques de l'Est qui emploient et emploieront les minerais du bassin de Briey.

Après avoir signalé les principaux gisements de minerais de fer, l'auteur passe successivement en revue ceux des États-Unis, de l'Angleterre, du bassin de la Ruhr, en Allemagne, et de la Lorraine; il étudie ensuite, d'une façon toute spéciale, les conditions économiques de la sidérurgie dans l'est de la France.

D'après M. Bailly, la supériorité qualitative et quantitative du gisement de Briey assure à notre sidérurgie dans l'Est une situation mondiale exceptionnellement favorisée. Le moment serait venu pour elle de rompre avec les traditions de *malthusianisme* industriel, parfois reprochées plus ou moins justement aux producteurs français. Plusieurs entreprises l'ont d'ailleurs déjà fait et n'ont pas lieu de le regretter.

L'auteur est persuadé que l'étranger fera à cette industrie française, dans l'organisation commerciale internationale en cours ou projetée, une place d'autant plus large qu'elle aura davantage conscience de cette supériorité et la volonté d'en tirer parti, pour son profit et pour celui de la nation tout entière.

Pour cela, un double effort serait nécessaire: au point de vue industriel, accroissement de moitié de la capacité de production de chacune des grandes usines actuelles; au point de vue commercial, solide organisation syndicale des principaux producteurs.

Fabrication continue de l'acier dans les fours à sole fixe. — *L'Engineering*, du 19 mai, publie un mémoire de M. S. SURZYCKI, présenté à l'Iron and Steel Institute, sur la fabrication continue de l'acier, dans les fours fixes, qui est employée aux usines Czenstochowa depuis deux ans et demi.

Le procédé est basé sur le principe du procédé Talbot avec cette différence qu'il peut être employé dans les fours fixes d'au moins 25 tonnes. Deux ou plusieurs ouvertures, situées à des niveaux différents, permettent de vider le four en totalité ou en partie à un moment donné. Les fours marchent plusieurs mois sans réparations.

Pendant sa première campagne, le four continu de 25 tonnes de Czenstochowa compta 574 charges et fut arrêté quoiqu'il fût encore en très bon état. On répara les ouvertures, le réverbère, on regarnit les chambres et on les remit en marche. Il en est actuellement à sa six cent quatre-vingt-dixième charge et l'on pense aller jusqu'à 1 000.

La fonte liquide, qui l'alimente, provient d'un seul haut fourneau; elle est apportée dans un mélangeur de 70 tonnes. La production du four dépend beaucoup de la qualité de la fonte. Cette fonte varie beaucoup de composition; aussi, pour la régulariser le plus possible, on projette à la pelle sur les jets de fonte les plus chauds et les plus graphiteux tombant dans la cuillère mobile, du minerai de Krivoi-Rog à 63 % de fer.

Le four fait ordinairement trois charges de 25 tonnes en vingt-quatre heures, et quatre quand les conditions de fonctionnement sont bonnes.

L'auteur indique les quantités de matières employées et produites pendant un mois. La production du bon métal est de 102,7 % de la fonte chargée et peut aller jusqu'à 105 %. La réduction du minerai de fer est de 62,3 %.

La consommation du charbon est notablement diminuée par ce procédé; l'économie semble être de 9 à 10 %.

L'auteur termine en discutant la valeur de l'acier fabriqué par ce procédé. Il donne des analyses et les résultats d'essais mécaniques d'échantillons provenant de vingt coulées différentes et de nombreuses analyses d'autres échantillons prélevés en différents points et à différents moments de la fabrication. Il conclut à l'identité du métal fabriqué.

Fabrication de l'acier Bertrand-Thiel. — *L'Engineering*, du 19 mai, publie un mémoire présenté à l'Iron and Steel Institute par MM. J. DARBY et G. HATTON, au sujet des développements récents qu'a pris le procédé Bertrand-Thiel pour la fabrication de l'acier.

Ce procédé permet de faire varier avec plus d'élasticité la composition des matières premières employées tout en donnant pour les fours un rendement maximum et en fournissant un produit excellent.

Les auteurs exposent la genèse de l'emploi des deux fours par les inventeurs dans l'application de leur procédé à Klado. Ils donnent plusieurs tableaux de charges et de productions de ce procédé, décrivent une disposition plus pratique que celle de Klado pour son application, signalent l'emploi de mélangeurs dans certaines usines qui l'appliquent, donnent des tableaux de composition des matières dans ces mélangeurs et discutent la valeur du procédé fonctionnant avec ou sans mélangeurs.

Refroidissement par circulation d'eau des conduites d'amenée de gaz dans les foyers métallurgiques. — *L'Iron Age*, du 4 mai, donne une description de ce système et signale les applications qui en ont été faites par la Protected Furnace Port Co, de Chicago.

La haute température à laquelle sont portées les extrémités des conduits en maçonnerie qui amènent les gaz et qui sont soumises à l'action directe des flammes entraîne leur usure rapide. De cette usure résultent des frais d'entretien élevés, des pertes de combustible dues aux nombreux arrêts et enfin une diminution du rendement des fours.

Dans ce système, la partie du carneau à gaz qui débouche dans le foyer, au lieu d'être constituée par une voûte en briques réfractaires, est formée par une maçonnerie assise sur un faisceau horizontal de tubes à circulation d'eau.

Chaque tube est commandé par un robinet spécial qui permet de le mettre hors circuit, en cas de fuite, sans nuire sensiblement au refroidissement.

La maçonnerie étant supportée, l'usage de briques contenant une forte proportion de magnésie, plus réfractaires mais moins résistantes, est possible. Ces briques ayant en outre l'avantage d'être meilleures conductrices, une plus grande partie de la masse participe au refroidissement.

Les réparations de la maçonnerie réfractaire peuvent être faites sans baisser le feu, en introduisant un coulis par l'un des regards. Cette partie du four dure autant que le reste de la construction; elle conserve à peu près sa forme primitive, ce qui oblige les flammes à garder toujours la même direction, celle qui a été fixée au début pour la meilleure utilisation de la chaleur.

MINES

Les placers aurifères de la Guyane française. — M. BORDEAUX étudie, dans la *Revue universelle des Mines*, de mars, les placers aurifères de la Guyane française. Il rappelle tout d'abord les minéraux découverts dans les roches de ce pays: l'or, dans les filons de quartz et dans les quartz éparpillés au milieu des terres rouges et limonites de la surface; l'argent, sous forme d'argyrose près de l'embouchure de l'Oyapok; le cuivre et le plomb, rencontrés dans quelques travaux de recherche, l'étain, le mercure, le fer, le manganèse, signalés sans aucune vérification sérieuse; la houille qu'on prétend avoir été découverte à Cayenne, à Roura, au Maroni.

Après un rapide historique des placers aurifères, depuis la première découverte d'or en paillettes sur l'Arataie, en 1852, jusqu'à celle des placers de la Haute-Mana, en 1902, l'auteur examine l'alluvion aurifère en Guyane et décrit, en détail, un type de placers entre la Mana et l'Inini. Il donne également d'intéressants détails sur l'approvisionnement, question capitale en Guyane, sur le personnel exploitant, sur les améliorations qu'il y aurait lieu d'apporter aux procédés d'exploitation, etc. Il évalue la production totale, depuis cinquante ans, à 70 000

kilogr. d'or, valant plus de 20 millions, sans compter l'or sorti en fraude, qui peut être estimé au quart de ce chiffre; les placers de la Haute-Mana seuls ont produit, de 1902 à fin 1904, 8 à 9 millions d'or.

M. Bordeaux estime qu'actuellement l'ère des riches découvertes de placers aurifères est près de se clore, sauf tout à fait vers l'intérieur, et que c'est au tour des quartz aurifères de produire.

Le seul filon de quartz aurifère en place, réellement reconnu, développé et exploité, est celui d'Adieu-Vat. En 1903, avec une batterie de trois pilons légers, on y a broyé 419 tonnes de quartz dont le rendement a été de 61^{kg} 650, soit 145 grammes par tonne, d'une valeur de 430 francs. Malgré son peu de développement en longueur et en profondeur, la richesse de ce filon permet de croire à sa valeur.

D'après l'auteur, le voisinage des riches quartz du Venezuela permet d'espérer que la Guyane française exploitera quelque jour des filons de quartz lorsque les placers, si riches maintenant encore, approcheront de leur épuisement.

Graissage des essieux des wagonnets de mines. — M. R. V. NORRIS étudie, dans l'*Engineering and Mining*, du 18 mai, les différents systèmes adoptés pour le graissage des essieux de wagonnets de mines. Il passe successivement en revue les boîtes d'essieux Catasagua, Whitney, Philipps, Hockensmith, Bowden, Glen Lyon, et signale leurs avantages et leurs inconvénients. Les différents types comprennent les boîtes à fusée enfermée ou à fusée visible, à rainures ou avec autres moyens pour chasser l'huile, avec ou sans garniture, à grand ou à petit réservoir, enfin les boîtes faisant corps avec la roue, folles sur la fusée ou bien encore fixées au bâti en arrière de la roue.

Les wagonnets larges pour voies étroites, à roues intérieures, ont ordinairement les essieux fous dans les boîtes et les roues folles sur les essieux.

Les roues en acier au manganèse, très solides, doivent être séparées des boîtes fixes d'essieux par des rondelles de protection pour éviter leur usure rapide; elles sont souvent employées avec double glissement comme les roues intérieures.

L'auteur estime que le meilleur système est celui de la roue à fusée enfermée dans une boîte d'où l'huile se rend librement aux surfaces de contact. Une méthode nouvelle, qui paraît très bonne et plus économique, consiste à employer sur un essieu tournant dans deux boîtes d'essieux une roue folle et une roue fixe; la roue folle tourne avec l'essieu, sauf dans les courbes, ce qui concentre l'usure dans les boîtes d'essieux à coussinets en fonte.

L'auteur termine en signalant l'avantage de l'emploi des freins et en indiquant les diamètres les plus ordinairement employés pour les roues ainsi que quelques autres particularités de leur construction.

Présence du platine et du palladium dans certaines chalcoprites d'Amérique. — La valeur et la consommation du platine vont en augmentant constamment. Les seules mines qui soient actuellement exploitées pour ce métal, et pour ce métal seulement, sont situées en Russie; aussi comprend-on l'intérêt qu'a soulevé la découverte aux États-Unis de chalcoprites contenant du platine.

Ce métal se rencontre sous la forme de sperrylite (arséniure de platine PtAs₂) ou de platine métallique. C'est sous la forme de sperrylite qu'il se trouve dans les deux premières mines d'Amérique où il a été découvert: d'abord à Vermilion (Canada), où l'on extrait un quartz aurifère, puis dans le district de Sudbury où l'on extrait une pyrrhotine (FeS) qui est, en outre cuprifère et nickelifère; c'est associé à la chalcoprite que le platine s'est toujours rencontré dans ce dernier minerai.

La même association s'observe à la mine Rambler (Wyoming, États-Unis), où l'on extrait une pyrite de cuivre très riche; le platine s'y trouve à la fois sous forme de platine natif et sous forme de sulfure.

Le minerai contient, en outre, de notables proportions de palladium.

C'est ce dernier minerai et son gisement qu'étudie M. T. T. READ, dans l'*Engineering and Mining*, du 25 mai.

Le platine s'est trouvé dans les schlamms les plus fins qu'on obtient par enrichissement mécanique; il y est en quantité reconnaissable au microscope et peut y être caractérisé par un essai au chalumeau; néanmoins, la proportion est trop faible pour donner lieu à une extraction rémunératrice. Au con-

traire, les schlamms obtenus comme résidus du raffinage du cuivre brut par électrolyse en contiennent des quantités beaucoup plus grandes et paraissent pouvoir se prêter à une extraction industrielle.

Les richesses minérales des Iles Philippines. — Le rapport annuel du « Mining Bureau of the Philippines », qui vient d'être publié, contient un exposé concis et complet des ressources minérales de l'archipel; l'*Engineering and Mining*, du 1^{er} juin, reproduit ce rapport presque en entier.

Les divers métaux dont on a signalé des gisements sont: l'or, qui a déjà fait l'objet d'exploitations très actives par les indigènes; le cuivre, rencontré sous forme surtout de chalcoprite mélangée d'arséniures, d'antimoniures, et aussi sous forme de cuivre natif; le plomb, peu répandu; le platine, trouvé à l'état natif dans certains graviers aurifères; le manganèse, dont un gisement très important a été découvert; le fer, sous forme de fer magnétique et d'hématite; l'antimoine et le soufre.

En somme, les métaux usuels sont peu abondants.

La plus grande richesse minérale est certainement le lignite, qui existe en plusieurs qualités, dont quelques-unes très bonnes; on le rencontre dans de nombreuses régions en couches dont l'épaisseur varie depuis quelques centimètres jusqu'à 6 mètres; les couches des meilleures qualités ont généralement de 1 mètre à 1^m 75; leur pendage est très variable, l'inclinaison varie de 0 à près de 90 degrés; ces couches sont généralement irrégulières, inversées et coupées de failles.

On a signalé également des terrains pétrolifères, des bancs de sel gemme, la pierre à plâtre, des marbres, des kaolins et des dépôts de guano.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Alimentateurs automatiques pour chaudières à vapeur. — Le *Génie Civil* a récemment décrit (1) l'alimentateur automatique Schönicke pour chaudières à vapeur.

D'autres appareils du même genre, dont l'emploi commence à se répandre, ceux des systèmes Greeing, Körting, Schütze, Hannemann, etc., sont décrits dans le *Dinglers Polytechnisches*, du 20 mai. Ils reposent tous sur le principe du pulsomètre, et donnent une alimentation à peu près proportionnelle à la consommation de vapeur, ce qui présente des avantages nombreux pour la régularité de la conduite des feux et de l'allure de la vaporisation elle-même.

Les locomobiles à vapeur actuelles. — L'*Oesterr. Wochens.*, des 27 mai, 3 et 10 juin, publie une série de descriptions de locomobiles à vapeur, des types les plus récents et les plus perfectionnés, notamment de ceux que construisent les ateliers Wolf, à Magdebourg. On emploie maintenant, dans certains cas, des machines demi-fixes à surchauffeur tubulaire placé dans la boîte à fumée, au débouché du faisceau de tubes à fumée; les moteurs placés sur ces chaudières puissantes sont à double expansion, les pistons disposés en tandem pour la facilité de la construction. Assez souvent ces machines sont pourvues aussi de condenseurs à mélange.

Il existe également des modèles de locomobiles avec pompes centrifuges montées sur le même châssis.

Des tableaux très étendus reproduisant les résultats d'essais de locomobiles Wolf, effectués officiellement par des associations de propriétaires d'appareils à vapeur, terminent cet article. Ils font ressortir une consommation moyenne de 700 grammes de charbon et de 5^{kg} 5 de vapeur par cheval-heure, pour des machines compound à surchauffe et à condensation, de 50 à 250 chevaux.

L'influence de la compression dans les cylindres à vapeur. — Depuis les études de Rankine sur la machine à vapeur, l'influence de la compression avait été envisagée sous un jour que des expériences plus récentes, celles de Doerfeld et de Dwelshauver et Déry, par exemple, ont complètement modifié. Ces expérimentateurs ont, en effet, reconnu que l'augmentation de la compression produisait un accroissement plus ou moins grand de consommation de vapeur.

M. H. KLEMPERER a entrepris au laboratoire de l'École technique de Dresde la vérification des résultats obtenus par ses devanciers, et rend compte de ses recherches dans la *Zeits. des Ver. deutsch. Ing.*, du 20 mai.

Un cylindre à vapeur spécial de 180 millimètres de diamètre, avec obturateurs réglables, chemise de vapeur facile à mettre en fonctionnement ou hors de fonctionnement, espace nuisible susceptible d'être modifié dans de larges limites, etc., a servi à ces mesures.

Tous les dispositifs usuels pour la mesure des températures, de la consommation de vapeur, de la puissance indiquée, etc., étaient adjoints à cette installation.

Des nombreux relevés et diagrammes reproduits dans ce mémoire, M. Klemperer conclut que la compression procure une économie de vapeur, seulement à condition qu'elle ne cause pas une condensation anticipée, autrement dit que la pression finale ne corresponde pas à une température de la vapeur supérieure à celle des parois; la durée de la compression n'importerait donc pas, la pression finale étant le seul facteur à considérer.

Emploi du poussier de charbon pour le chauffage des chaudières. — Les avantages de l'emploi du poussier comme combustible ont pour causes non seulement le prix plus bas du poussier qui sans cela trouverait difficilement à être utilisé, mais aussi du meilleur rendement calorifique du charbon pulvérisé quand la combustion est complète. Deux grandes difficultés se présentent pour la réalisation d'un système de chauffage, basé sur son emploi: d'abord celle du séchage du charbon avant son broyage, puis la distribution continue du poussier, sans laquelle on ne peut éviter les pulsations de chaleur si nuisibles aux chaudières.

L'*Engineer*, du 19 mai, donne la description d'un système nouveau, du Schwartzkopff Coal Dust Firing Syndicate de Haydock, qui a réalisé ces desiderata.

Le système comprend:

1° Un appareil de séchage du charbon, cylindre tournant au-dessus des flammes d'un foyer à charbon pulvérisé et muni de chicanes qui divisent le charbon;

2° Un appareil de broyage du charbon;

3° Un appareil de combustion distributeur mécanique à brosse, type Schwartzkopff modifié.

Le résultat des essais de l'installation d'appareils de Haydock a donné une proportion d'environ 15 % de CO₂ aux gaz des carneaux sans aucune fumée.

L'excès d'air employé pour la combustion a été supérieur de 30 % à la quantité théorique.

Une installation, consommant 7 tonnes à l'heure, nécessite une puissance de 70 chevaux, soit, en comptant largement, 250 kilogr. de charbon à l'heure, c'est-à-dire 3 1/2 % du combustible total consommé.

Utilisation des vapeurs d'échappement au chauffage des locaux et de l'eau d'alimentation des chaudières. — L'*Iron Age*, du 27 avril, décrit ce procédé tel qu'il a été installé dans les ateliers de locomotives et de voitures du Grand Trunk, à Montréal (Canada).

La méthode consiste essentiellement à conduire les vapeurs d'échappement provenant des petites machines auxiliaires, des pompes et des pilons dans un grand réservoir cylindrique formant condenseur. L'eau condensée est envoyée dans un puits-réservoir d'où elle est pompée au fur et à mesure des besoins à travers un surchauffeur, puis de là, envoyée à la chaudière ou dans la canalisation des locaux à chauffer.

L'application de ce système se serait traduite par une économie de 13 % dans le poids du combustible consommé.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

La résistance au feu des briques silico-calcaires. — Les briques silico-calcaires, dont la fabrication, très répandue en Allemagne, commence à s'introduire en France, présentent certains avantages qui les font apprécier des constructeurs. On a fait valoir, d'autre part, leur résistance au feu, en les présentant comme de véritables produits réfractaires. M. THOMANY, dans le *Zentralbl. der Bauverw.*, du 24 mai, fait remarquer que cette opinion paraît peu justifiée.

L'expérience donnée par un grand incendie à Hambourg, aussi bien que des essais de laboratoire dont il indique sommairement les résultats, montre qu'il y a certainement de l'exagération dans le degré de sécurité contre l'incendie que peuvent procurer ces matériaux nouveaux.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 24, p. 396.

Nouveau mode de calcul des ponts en arc et des ponts suspendus. — Dans les *Annales des Ponts et Chaussées* (1^{er} trimestre 1905), M. CONSIDÈRE, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, expose d'une façon détaillée la nouvelle méthode de calcul des ponts en arc ou suspendus dont il avait déjà fait l'objet d'une communication à l'Académie des Sciences (1).

L'auteur ramène le calcul des ponts à arc rigide à celui des ponts suspendus dépourvus de haubans obliques. L'assimilation est complète *a priori*, si on suppose un arc non rigide et des montants non triangulés et articulés à leurs extrémités : il suffit de changer le sens des efforts. Pour que l'assimilation soit encore possible dans le cas des arcs rigides, M. Considère les assimile aux arcs non rigides précédemment définis, grâce à la proposition suivante dont il donne la démonstration.

« Dans tout arc rigide dont les montants verticaux sont assez forts pour qu'on puisse en négliger les déformations longitudinales, on peut supposer nulle la rigidité de l'arc sans altérer l'équilibre sous une charge quelconque et sans changer les valeurs des moments de flexion et des efforts tranchants qui existent dans une section transversale et verticale quelconque, à la condition d'augmenter la section de chaque élément des longerons réels ou fictifs du tablier d'une quantité égale à la section de l'élément correspondant de l'arc et d'augmenter le moment d'inertie de chaque élément des longerons d'une quantité égale au produit du moment d'inertie de l'élément d'arc correspondant par le cosinus de l'angle θ que cet élément fait avec l'horizontale. »

Si donc on fait, de l'arc au longeron, le transport ainsi défini, on constitue un système fictif qui, avec les mêmes déformations, produit les mêmes moments totaux de flexion et les mêmes pressions normales que le système primitif ; il suffit donc de déterminer ces moments et ces pressions dans le système fictif pour les avoir dans le système réel. Dans ces conditions, l'arc travaille comme un câble de pont suspendu et ne fournit que des efforts dirigés suivant sa fibre neutre.

Les sujétions du longeron et de l'arc sont supposées les mêmes.

On étudie séparément les conditions d'équilibre de l'arc et du longeron en ne tenant compte que des réactions transmises par les montants, les culées et les piles supposées immobiles. L'auteur expose le calcul de ces réactions, celui des moments de flexion, des coefficients angulaires de la courbe de déformation et des flèches de l'arc et du longeron pour tous les points de la travée ; il montre la forme que prend ce calcul dans l'application au cas le plus compliqué ; quand le tracé de la fibre moyenne de l'arc est quelconque et quand la section de l'arc, le moment d'inertie fictif total et les charges varient suivant des lois quelconques.

Ce calcul, quoique long, peut se faire entièrement par les méthodes graphiques et avec grande précision car les points cherchés sont obtenus par l'intersection de droites se coupant sous de grands angles.

Le calcul devient au contraire très simple et très rapide si le pont suspendu n'a pas de haubans obliques et si son tablier est raidi par des poutres à section constante ; de même si, dans le cas de l'arc, sa section a une hauteur constante et une épaisseur transversale inversement proportionnelle au cosinus de l'angle θ . Ce type est intéressant, car la pression développée dans l'arc par la poussée, produit une fatigue uniforme,

La méthode s'applique encore sans erreur sensible dans le cas des ponts dont la voûte, formée de béton fretté, a une faible épaisseur et dont la rigidité est produite surtout par des longerons à section constante. Enfin le problème devient tout à fait simple si, en outre, la fibre moyenne de l'arc est une parabole.

Causes de la fatigue des métaux. — Les opinions sont partagées sur les causes auxquelles il convient d'attribuer la fatigue des métaux, c'est-à-dire la diminution de résistance à la rupture qui résulte de la répétition d'un grand nombre d'efforts lesquels, considérés isolément, font cependant travailler le métal bien au-dessous de sa limite d'élasticité.

Les deux opinions principales sont les suivantes : 1^o les efforts répétés de même façon augmentent la largeur des intervalles qui existent d'un cristal à l'autre, cet effet étant accéléré ou produit par des fissures très ténues qui existaient préalablement

dans tous les métaux industriels ; 2^o dans tout effort, il y a glissement des cristaux les uns sur les autres ; la répétition des mêmes efforts dans le même sens a pour effet d'augmenter les déplacements jusqu'au moment où il y a détachement complet suivant des plans de clivage.

C'est à cette deuxième opinion que se rallie M. S. A. HOUGHTON, dans un mémoire présenté à l'Iron and Steel Institute, que reproduit l'*Engineering*, du 9 juin, après avoir étudié les conditions de rupture d'une tôle de chaudière qui avait travaillé dans des conditions très particulières.

Cette tôle formait la virole d'arrière de la chaudière d'une locomobile employée pour le labourage à vapeur ; elle portait, rivé à sa partie inférieure, le support de l'axe vertical du tambour sur lequel s'enroulait le câble tracteur de la charrue. La répétition des efforts de traction sur le câble, la tension due à la pression de la vapeur et de plus la diminution de la résistance à la rupture, due à la température d'environ 175 degrés à laquelle était soumise la tôle, provoquèrent la fatigue du métal, laquelle se traduisit par une rupture accompagnée de l'explosion de la chaudière.

En raison de la disposition des joints et des attaches, la fatigue s'était localisée sur une ligne de trous de rivets, suivant laquelle se produisit la rupture.

L'auteur décrit en détail les essais mécaniques et les analyses chimiques qu'il a faits pour déterminer les causes de la rupture. Au voisinage de la fracture, le métal s'est montré grossièrement cristallin, très cassant, avec une elongation de 2 % ; il était constitué principalement de ferrite entremêlée de scories présentant deux aspects distincts.

Les essais à la fatigue ont montré qu'il y avait : 1^o formation de lignes de glissement dénotant le déplacement relatif des cristaux ; 2^o élargissement des joints entre les cristaux ; 3^o séparation des particules de scorie.

Fixation du coefficient de sécurité des câbles d'extraction. — Un règlement des mines du Transvaal exige le changement d'un câble de traction lorsque son coefficient de sécurité est devenu inférieur à 6.

L'*Engineering and Mining*, du 27 avril, publie quelques extraits d'un article de M. J. S. HEATHER, du *Journal of the Mechanical Engineers Association of the Witwatersrand*, au sujet des inconvénients de l'emploi de coefficients de sécurité trop élevés dans les câbles de traction.

Il établit à l'aide d'exemples numériques qu'il n'y a pas intérêt à prendre un trop grand coefficient initial de sécurité pour deux raisons :

1^o Parce que, si l'on suppose que, dans l'examen du câble, le pourcentage de l'erreur d'appréciation de l'usure est constant, la chance d'erreur d'estimation du coefficient de sécurité du câble usé augmente avec le coefficient initial adopté ;

2^o Parce que plus un câble est usé, plus l'erreur d'appréciation est grande.

Il conseille donc de ne pas prendre un coefficient de sécurité initial supérieur au double du coefficient final exigé.

Essais de flambage d'éprouvettes encastrées à leurs deux extrémités. — M. KUSCH reproduit, dans la *Zeits. des Ver. deutsch. Ing.*, du 3 juin, toute une série de diagrammes et de tableaux constituant les résultats d'essais de flambage qu'il a fait subir à des éprouvettes allongées (environ 100 diamètres), soit entre deux pointes, soit encastrées à une extrémité, puis aux deux extrémités. Ce dernier encastrement peut tripler, dans le cas le plus favorable, la résistance au flambage par rapport à celle de l'éprouvette comprimée sans encastrement.

L'auteur établit d'ailleurs, d'après ses résultats, des formules générales qui donnent dans chaque cas cette résistance en fonction des autres éléments de la pièce soumise à compression.

Efforts dus à la flexion dans les câbles métalliques. — Une vieille règle adoptée dans l'emploi des câbles métalliques prescrit de prendre pour diamètre des poulies sur lesquelles s'enroulent ces câbles, au moins quarante-huit fois le diamètre du câble. Avec ce rapport, la flexion du câble est assez faible pour laisser en contact durant plusieurs jours les extrémités des fils brisés du câble quand une de ces ruptures se produit.

M. S. DIESCHER étudie, dans l'*Iron Age*, du 27 avril, ce qui se passe dans la flexion du câble.

Après avoir critiqué la formule des aide-mémoire,

il examine ce qui se produit dans un câble installé conformément à la règle précédente au point de vue de ces efforts et constate, en étudiant la flexion d'un toron, qu'il n'y a pas analogie entre la flexion du câble et la flexion d'une barre rigide, car dans le cas du câble, les torons glissent les uns sur les autres avec un certain frottement.

Il calcule l'effort de flexion et la puissance absorbée par cette flexion en se basant sur ses précédentes considérations et en déduit la nécessité de l'emploi de poulies de grands diamètres pour ces câbles.

Mesure de la résistance des bois de charpente au cisaillement. — Dans les essais de ce genre, il importe que l'effort soit parallèle au plan de rupture et qu'aucune flexion ne puisse se produire. Pour les épreuves du fer et de l'acier, il est facile d'obtenir cette deuxième condition ; on dispose même de trois ou quatre moyens différents qui sont excellents. Aucun d'eux ne convient cependant pour le bois, qu'on l'essaie dans le sens des fibres ou perpendiculairement à ce sens.

Le *Journal de l'Ecole d'Ingénieurs de l'Université Impériale de Tokio* (publié en anglais), de janvier 1905, expose une méthode nouvelle de MM. A. IOKOUTI et F. TANAKA permettant de faire ces essais avec rigueur. Elle consiste à donner aux éprouvettes une forme appropriée, avec parties saillantes toutes parallèles, et à exercer un effort au moyen de la presse hydraulique sur des surfaces d'appui parfaitement déterminées. La section soumise à l'effort tranchant est également bien déterminée.

Des expériences faites dans ces conditions, il résulte que le plan de fracture est toujours ou parallèle aux couches circulaires annuelles du bois ou perpendiculaire à ces couches. Sur toute la surface mise brusquement à découvert par la rupture, se trouve toujours une fine poussière de bois.

Recherche des causes de la rupture des pièces de machines. — M. THOMAS ANDREWS, dans l'*Engineering*, du 5 mai, continue à exposer le résultat de ses recherches sur la détermination des causes qui produisent la rupture ou les accidents des pièces de machines (1).

Dans le premier des deux cas examinés, il s'agit d'un arbre d'hélice devant transmettre en marche normale 1 200 chevaux mais qui, lors des essais, avait dû transmettre la puissance maximum de 1 600 chevaux ; la rupture s'est produite normalement à sa direction, du côté de l'hélice, en avant d'un palier de butée et après deux ans de marche normale satisfaisante.

Les investigations de l'auteur ont porté sur la constitution et l'aspect général de la pièce, notamment dans les parties situées au voisinage immédiat ou non de la fracture, sur l'examen de la microstructure de ces parties, leur composition chimique, ainsi que leur résistance aux efforts mécaniques.

En réunissant les résultats de toutes ces observations, l'auteur arrive à la conclusion que lors du forgeage, la température n'était pas assez haute : la soudure des différentes parties s'est mal faite, donnant naissance à des surfaces de moindre résistance suivant lesquelles se sont ensuite produites des fissures, antérieures par conséquent à la rupture. Celle-ci a eu lieu quand un effort exagéré a produit dans les parties restantes un glissement des cristaux les uns sur les autres, ce que montre l'examen de la microstructure.

Dans ces conditions, la détermination de la cause résulte de la concordance de faits révélés par des procédés différents ; elle est donc faite avec une quasi certitude.

Le deuxième cas est celui d'un arbre d'hélice de contre-torpilleur qui n'a pas donné lieu à accident mais dont le mauvais état s'est révélé lors d'un passage à la forme de radoub pour le nettoyage périodique.

Ici, l'arbre présentait un canal intérieur long de 3^m 90 et débouchant à l'extérieur par deux orifices à peine perceptibles. Ce canal serait dû soit à une température insuffisante au moment du forgeage, soit à une soufflure originale du lingot produite au moment de la coulée, soit encore à un phénomène de ségrégation. L'absence de rupture ici empêche de déterminer exactement la cause.

L'auteur termine en faisant ressortir la nécessité des nettoyages périodiques de la machinerie des navires et de l'examen attentif des principales pièces au moment de ces nettoyages.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 44, p. 230. (Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 43, p. 261.

SCIENCES

Réunion de l'Optical Convention. — Ce congrès, qui a réuni la presque totalité des opticiens et des fabricants d'instruments d'optique de la Grande-Bretagne, a tenu sa première réunion annuelle le 31 mai dernier.

Le compte rendu de cette réunion est donné dans l'*Engineering* des 2 et 9 juin.

Dans un discours d'inauguration, le président, M. R. T. GLAZEBROOK, expose d'abord les motifs pour lesquels l'Optic Convention s'est réunie; elle est née du désir de rendre plus prospère l'industrie optique en Grande-Bretagne, et cela, par l'association des efforts des savants et des praticiens. M. Glazebrook fait un historique des progrès de l'optique et présente un résumé des travaux de Newton, de Huyghens, de Fraunhofer, de Young et de Fresnel puis de ceux plus récents d'Abbe, à l'Université d'Iéna, où l'on a réalisé précisément ces progrès qui, de l'avis de M. Glazebrook, ne peuvent être obtenus que par l'association des savants et des industriels.

La réunion est accompagnée d'une Exposition remarquable, pour laquelle un catalogue très complet a été publié. Ce catalogue, qui s'adresse également au public, est d'un caractère à la fois commercial et scientifique.

Voici les titres et noms d'auteurs des différents mémoires qui ont été présentés à cette réunion :

Considérations sur les plans principaux et les plans nodaux, par M. C. BECK ;

Spécification et mesure des aberrations des instruments et de l'œil, par M. C. V. DRYSDALE ;

Étude sur l'aberration de sphéricité, par M. S. D. CHALMERS ;

Dispositions mécaniques des instruments d'optique, par M. W. ROSENHAIN ;

La diffraction dans les instruments d'optique, par M. J. W. GORDON ;

Procédé simple pour produire des bandes d'interférence achromatiques, par M. RHEINBERG ;

Les spectroscopes modernes, par M. TWYMAN ;

L'emploi du spectroscope en astronomie, par M. H. F. NEWALL ;

La spectroscopie, par M. A. SCHUSTER ;

Le polissage des verres, par LORD RAYLEIGH ;

L'emploi du micromètre à lame à faces parallèles, par J. H. POYNTING.

Les numéros des 9, 16 et 23 juin de l'*Engineering*, donnent une énumération détaillée et explicative des produits et appareils figurant à l'Exposition annexée à l'Optical Convention, ainsi qu'une étude sur l'ensemble des travaux qui y ont été faits.

L'électrolyse par courant alternatif. — Contrairement à l'idée généralement répandue, le courant continu n'est pas le seul à pouvoir produire des effets électrolytiques. Des travaux poursuivis depuis deux ans par MM. Brochet et Petit sur l'électrolyse par le courant alternatif montrent que cette action est très importante.

Ce sont les résultats donnés par cette étude que M. BROCHET a résumés dans une conférence faite au laboratoire de M. Moissan; cette conférence est reproduite dans la *Revue générale de Chimie pure et appliquée*, du 28 mai.

Le *Génie Civil* a déjà signalé un grand nombre des travaux qu'il rapporte, dans les Comptes rendus de l'Académie des Sciences, au fur et à mesure qu'ils y étaient présentés. Ils sont relatifs aux électrolytes suivants : cyanures (électrodes diverses), acide sulfurique (électrodes de platine et de plomb), acides organiques, électrolytes divers (oxydations et réductions).

D'une façon générale, les faits observés sont la résultante des actions anodique et cathodique se succédant à la même électrode. Les ions libérés pendant une demi-période se trouvent immédiatement en présence d'ions de signes contraires qui tendent à se décharger avec eux pour régénérer l'électrolyte primitif. Il ne se passe donc rien à moins qu'on ne réalise des conditions telles que les premiers ions aient déjà échangé leur charge et se trouvent à l'abri.

Les vitesses de réaction ayant une influence considérable, les réactions se produisent d'autant mieux que la fréquence est plus faible, ce qui donne aux ions libérés le temps de se décharger. Une densité de courant élevée facilite également la décharge des ions libres en augmentant leur nombre par unité de surface.

Sous ces réactions répétées, la nature de l'électrode varie au cours d'un essai; sa surface tend à devenir spongieuse, de sorte que le système ne se

trouve plus dans le même état qu'au début. La résultante des actions cathodique et anodique n'est plus la même, soit du fait de l'action catalytique, soit du fait de la diminution de densité de courant due à la surface spongieuse du métal.

TRAMWAYS

La protection du matériel de tramways par disjoncteurs et coupe-circuits. — Dans le *Street Railway*, du 25 mars, M. EDWARD TAYLOR étudie lequel des deux modes de protection, disjoncteur ou coupe-circuit, convient le mieux au matériel de traction.

Le disjoncteur est d'un effet instantané. Il déclenche toujours lorsque l'intensité pour laquelle il a été réglé se trouve atteinte, et coupe brusquement en donnant lieu à une surtension assez forte dans le circuit des moteurs. Cette surtension est moins importante avec les coupe-circuits qui brûlent en augmentant graduellement de résistance. Mais le même coupe-circuit peut fonctionner à des intensités différentes, suivant le temps pendant lequel l'intensité est appliquée.

L'auteur est d'avis qu'une protection efficace ne peut être obtenue que par l'action combinée des deux dispositifs. Une surcharge brusque, approchant du court-circuit, pourra être sans effet sur les fusibles, mais le disjoncteur agira dans ce cas. Une surcharge faible et prolongée, au contraire, et capable d'amener un échauffement excessif des moteurs, ne pourra être coupée par le disjoncteur, ce dernier devant être réglé pour le courant maximum.

L'auteur donne divers détails sur les coupe-circuits, et notamment sur les coupe-circuits enfermés, formés d'une bande de zinc contenue dans une enveloppe isolante remplie de sulfate ou de carbonate de chaux. Il signale les avantages de ce genre d'appareils et insiste sur l'importance de la siccité de la matière qui englobe le fusible : l'eau de cristallisation elle-même peut causer des difficultés.

Il donne des conseils sur le choix des coupe-circuits; il n'engage pas, sauf dans des cas spéciaux, à munir chaque moteur séparément de dispositifs de protection.

Application du système à trois fils aux tramways de Nuremberg. — Dans l'*Elektrotechnische Zeitschrift*, du 25 mai, M. SCHOLTES indique les résultats de l'application du système à trois fils (2×550 volts) aux tramways de Nuremberg, ce système ayant présenté les avantages suivants :

Répartition du courant de retour sur l'ensemble des voies; réduction subséquente des différences de potentiel et des courants vagabonds.

Réduction des troubles téléphoniques et des effets d'électrolyse sur les conduites métalliques souterraines.

Augmentation de la puissance du réseau et extension de son rayon d'action.

Possibilité d'avoir un voltage plus élevé et, par suite, une vitesse plus grande, dans la zone extérieure.

Jusqu'ici l'installation est desservie par deux dynamos en série; mais on envisage la possibilité d'employer une seule machine à 1 100 volts avec équilibrage par des batteries.

Le système est en marche depuis un an et demi. La charge ayant augmenté de 13,4 % par rapport à l'ancienne distribution, la consommation de combustible n'a augmenté que de 1,8 %.

Instruction des wattmen, à Brooklyn. — Le *Street Railway*, du 17 juin, décrit l'école de wattmen de la Brooklyn Rapid Transit Co. On cherche avant tout à expliquer parfaitement aux hommes la manipulation du contrôleur, la mise hors circuit d'un moteur, le remplacement d'un coupe-circuit, mais sans entrer dans le détail des connexions ni de la construction de la voiture.

Dans la salle d'instruction se trouvent montées des plates-formes avec contrôleurs et freins. Le contrôleur de l'instructeur agit sur des groupes de lampes représentant les moteurs, les résistances, etc., et permettant de montrer plus clairement le passage du courant dans les diverses positions.

Des brochures élémentaires et des questionnaires sont en outre remis à chaque aspirant wattman (l'article en question en reproduit des extraits). Lorsque son instruction est reconnue suffisante, il débute sous la surveillance d'un wattman expérimenté.

TRAVAUX PUBLICS

L'écroulement d'un réservoir d'eau en construction à Madrid. — Le *Beton und Eisen*, de juin, donne quelques détails sur l'accident survenu récemment à Madrid, au cours du chargement des voûtes d'un réservoir d'eau important en béton armé dont la construction était presque achevée.

Ce réservoir avait une capacité de 500 000 mètres cubes et une surface de 80 000 mètres carrés; il devait donc renfermer une masse d'eau d'environ 7 mètres de hauteur.

La cuvette, entourée de murs en briques, était creusée dans un sol sableux, et où, paraît-il, se trouvaient de nombreux vestiges d'anciennes galeries plus ou moins éboulées, de nature à rendre incertaine la résistance du radier.

Cette cuvette devait être recouverte de voûtains en béton armé, supportés par environ 3 000 piliers de même nature, et de 8 mètres de hauteur; la couverture était destinée à supporter 0^m 25 de terre formant remblai.

Le projet adopté après concours et mis en exécution comportait des piliers de 0^m 25 $\times$ 0^m 25, portant dans un sens seulement des poutres de 0^m 50 de hauteur et 3^m 80 de portée, sur lesquelles prenaient appui les piles de voûtains. Ceux-ci, formant une série de berceaux parallèles, à section droite parabolique très surbaissée (0^m 58 de flèche pour 5^m 77 de portée), n'avaient que 0^m 05 d'épaisseur à la clef et 8^m 10 aux naissances.

Toute cette partie de la construction était en béton armé dont le béton se composait de 400 kilogr. de ciment Portland par mètre cube de sable lavé.

Quelques jours avant l'accident, on appliqua sur une partie des voûtes la charge d'épreuve de 1 000 kilogr. par mètre carré (au moyen d'une couche uniforme de sable) et l'essai n'accusa rien d'anormal. On continua donc le remblayage avec la charge de terre prévue (0^m 25) et il y avait 15 000 mètres carrés remblayés quand toute la couverture du compartiment (20 000 mètres carrés) s'effondra.

L'auteur de l'article rappelle à ce propos quelques accidents dus, sans doute comme celui-ci, à un effondrement local entraînant la rupture d'équilibre de tout le système des voûtes et piliers (ou colonnes).

Il compare également les dimensions et les éléments de la construction dans les réservoirs de Madrid et de Lausanne, ce dernier également en béton armé avec piliers et poutres dans les deux sens supportant un hourdis horizontal recouvert de 0^m 80 de terre. Ce réservoir n'a que 15 000 mètres cubes.

Quant aux causes initiales de l'accident de Madrid, elles ne paraissent pas encore reconnues avec certitude.

Quais du port de New-York. — La ville de New-York cherche depuis de nombreuses années à acquérir les terrains en bordure sur l'Hudson et sur l'East River et à améliorer ceux qu'elle possède déjà. C'est ainsi qu'elle possède environ 40 kilom. de rives sur les 64 kilom. que compte l'île de Manhattan; les parties en sa possession dans les autres régions de la ville sont moindres. La municipalité a, néanmoins, le contrôle des installations exécutées sur les rives privées. L'*Engineering News*, du 18 mai, résume un mémoire de M. S. HOAG décrivant l'organisation, les méthodes et travaux du N. Y. Dock Department qui assure tous les services municipaux relatifs aux territoires formant rives.

La disposition des quais à New-York est simple à cause des faibles marées en cet endroit; point de bassins, mais de simples môles laissant entre eux la place de deux bateaux; leur longueur, qui est déterminée par le Ministère de la Guerre, est en général celle d'un seul bateau.

L'auteur passe successivement en revue la construction des môles et celle des quais.

La hauteur des môles dépasse ordinairement de 1^m 50 celle des hautes eaux moyennes; ils ont été ou sont exécutés uniquement en vue du chargement et du déchargement et ils possèdent une certaine élasticité; quand les conditions de durée le permettent, les meilleurs sont en bois; ils coûtent d'ailleurs environ sept fois moins que les môles en pierre et durent, en général, trente à quarante ans. Il y a trois types principaux de môles en bois: môles à pieux espacés, môles à ponts et à piles en *cribwork* (carcasse en bois remplie de pierres), môles entièrement en *cribwork*. Leur choix dépend des conditions locales, de la profondeur d'eau et de la résistance du sol, etc. Le premier type, qui est le

meilleur, nécessite parfois un faux fond empierré. L'auteur décrit ces trois types, ainsi que l'établissement des faux fonds, et donne quelques renseignements sur les prix de ces môles et sur la capacité de chargement des pieux.

Les quais provisoires seuls peuvent être en bois, les autres doivent être en maçonnerie.

Après avoir donné quelques renseignements sur les premiers, l'auteur étudie en détail les quais en pierre. Ils sont de quatre types à New-York : quais sur rocs peu profonds, 8 mètres au maximum ; quais sur rocs profonds, de 8 à 12 mètres ; quais sur fond solide ; quai sur fond peu résistant. Il y a, à New-York, 343 mètres de quais du premier type, 805 mètres du deuxième et 1153 mètres du troisième ; pour ce dernier le roc est à 15 mètres de profondeur et on enfonce des pieux dans le sol qui le surmonte. Pour le quatrième type, le roc est entre 12 et 50 mètres de profondeur avec des boues plus ou moins denses au-dessus. Dans ce cas, on multiplie les empièvements et les pieux en formant parfois une sorte de grillage s'étendant notablement en arrière du mur de quais. Ce type a été spécialement soumis à une étude expérimentale ; l'auteur en rapporte les détails. La longueur totale des quais de ces quatre types établis à New-York, entre 1871 et 1905, est de 9 320 mètres environ.

L'auteur donne un tableau des tassements et déplacements signalés pour ces quais.

Les tassements maxima observés dans les quais des premier et deuxième types ont été de 25 millimètres environ ; les déviations maxima de 152 millimètres, dans les deux autres types 1^{er} 200 de tassement maximum et 635 millimètres de déviation.

Il termine en indiquant les prix maxima, minima et moyens, et les prix détaillés des quais, les prix de fabrication et de pose des blocs de béton en discutant l'emploi des pièces de bois dans la hauteur soumise aux variations des marées et en indiquant le calcul des dimensions des quais.

Hautes piles en béton armé du pont de Gilbertsville sur la Tennessee (États-Unis). — La construction de ces piles est décrite par M. W. M. TORRANCE, dans l'*Engineering News*, du 25 mai.

Ces piles, au nombre de huit, sont fondées sur pilotis et supportent un tablier pour double voie d'une longueur totale de 502^m 90 avec une partie tournante. Aux sondages, on trouva une grande profondeur de gravier au-dessus d'une roche siliceuse de grande résistance qu'il ne fut pas nécessaire d'atteindre car les pilotis, enfoncés de 5 mètres environ, supportent aisément une charge de 40 tonnes sans enfoncement.

Les piles sont renforcées par des barres verticales et par des ceintures les croisant à angle droit ; leur soubassement repose directement sur la tête des pilotis ; ce soubassement est renforcé par un treillis horizontal ayant pour effet de répartir uniformément la pression.

La pile principale, mais non la plus haute, est celle qui servira de support au tablier tournant, d'une longueur totale de 137 mètres, qui laisse une passe navigable de 60^m 30. Elle est de section circulaire à soubassement octogonal de 7^m 30 de côté et comporte un vide central de forme ovoïde d'un volume total de 28 mètres cubes. On a par cette disposition, économisé le béton et diminué le poids portant sur les pilotis.

Les piles centrales, sont de section quadrangulaire et ont 23^m 76 de hauteur et 21^m 90 × 10^m 05 à la base.

Toutes les piles ont leurs parements avec un léger fruit qui est de 1/22 ou de 1/24 pour les piles quadrangulaires, de 1/18 pour la pile octogonale.

L'auteur calcule les conditions d'établissement de ces piles, en tenant compte du moment fléchissant dû à l'action du vent et termine en donnant des détails sur le mode d'exécution des dragages, du battage des pilotis et des piles elles-mêmes.

Le pont de Thèbes sur le Mississippi. — Le nouveau pont sur le Mississippi qui va bientôt être ouvert à la circulation des trains à Thèbes (Illinois) est décrit dans l'*Engineering News*, du 11 mai.

Il a cinq travées métalliques, dont une de 204^m 50 au milieu, correspond à la passe navigable, les quatre autres ayant 153 mètres, et deux viaducs comprenant ensemble onze arcs de 20 mètres environ et un de 30 mètres. Il donne passage à deux voies de chemins de fer et aura coûté environ 15 millions de francs. L'auteur décrit successivement :

1^o Les viaducs en maçonnerie construits en béton avec quelques armatures de métal pour attacher les parapets et pour éviter les craquements des intrados et des parties situées au-dessous de la corniche ;

2^o Les six piles portant le tablier et leur construction. Elles sont en béton revêtu de moellons ancrés au béton (sauf les deux piles culées) et construites, sauf l'une d'elles, par caissons à air comprimé ; leurs fondations ont 8^m 50 × 23 mètres ; les piles ont au sommet 3^m 65 × 12^m 50 ;

3^o Le tablier et ses détails de construction. La hauteur des poutres varie de 15 à 23 mètres ; elle est maximum au milieu des travées 2 et 4. Les contreventements sont au-dessus des voies et les traverses sont placées directement sur les longerons. Les barres des mailles des poutres sont à âmes pleines, en treillis ou en fers à cils. Les supports du tablier des piles 1, 2, 5, 6 sont fixes, ceux des piles 3 et 4 sont à rouleaux ; des joints de dilatation spéciaux sont ménagés en deux points de la travée médiane ;

4^o Les spécifications pour les matériaux, le rivetage, le forgeage et le travail des différentes pièces du pont ;

5^o Le montage du pont qui a été fait sur charpentes provisoires, sauf pour la travée médiane, ainsi que l'exécution de ces charpentes provisoires ; les appareils de manœuvre des différentes pièces ; les appareils de montage de la travée centrale ;

6^o Les garages nécessités par le mouvement intense sur les voies qui convergent vers ce pont.

Amélioration de l'embouchure des rivières et des entrées de ports. — Les phénomènes naturels qui modifient l'embouchure des rivières et l'entrée des ports sont si variés et si nombreux qu'il est très difficile de formuler les règles qui doivent présider à leur amélioration.

M. D. WATT a recherché, dans l'étude des conditions qui se présentent dans les principaux ports et estuaires améliorés depuis trente ans aux États-Unis, avant et après les travaux, les résultats d'expérience et les principes généraux d'action des phénomènes naturels mis en lumière pendant ces trente années.

Il résume les principes déduits de cette étude, en les appuyant sur des exemples et expose les théories généralement adoptées sous la forme de neuf lois figurant dans un rapport présenté à l'*American Society of Civil Engineers*, que publie le bulletin de mai de cette Société.

Routes en terrains marécageux. — M. S. TOWNSEND donne, dans l'*Engineering Record*, du 13 mai, la description et le mode de construction de plusieurs routes des États-Unis qui ont été établies dans des terrains marécageux. La résistance du sol est assurée, pour ces routes, en battant des pieux longitudinalement et transversalement, de façon à former des coffrages pour empièvements au moyen de coquilles d'huîtres ; ces coffrages sont superficiellement recouverts de gravier ; ces matériaux semblent convenir particulièrement à cet emploi.

DIVERS

L'industrie des abrasifs. — La substitution de la meule aux outils tranchants pour le travail des métaux dans un grand nombre d'opérations mécaniques et l'apparition de nouveaux produits artificiels, comme le carborundum, ont donné une impulsion considérable à l'industrie des abrasifs, qui autrefois ne traitait guère qu'une seule matière : l'émeri.

L'état actuel de cette industrie fait l'objet d'une étude détaillée donnée par M. A. DE ROMEU, dans la *Revue générale des Sciences*, du 15 juin.

L'auteur étudie d'abord les propriétés fondamentales des abrasifs anciens, leur classification par ordre de dureté dans l'échelle de Mohs, leur extraction, leur préparation et leur utilisation, puis il expose plus particulièrement ce qui est relatif à l'émeri, agrégat naturel de corindon, d'hématite et de magnétite et qui doit sa propriété abrasive au corindon (Al²O³) entrant dans sa composition.

L'émeri provient principalement de Naxos (Grèce) où se trouvent les gisements de meilleure qualité, des environs de Smyrne et des États-Unis.

Le corindon, dont les gisements principaux sont au Canada (province d'Ontario), doit sa forte propriété abrasive, à la fois à sa grande dureté et à l'existence dans les cristaux de plans de clivage qui font que le grain s'use en régénérant des arêtes coupantes.

La géologie et l'industrie du corindon sont exposées en détail. On rencontre ce corps à la fois dans les roches éruptives, où l'alumine joue un rôle analogue à la silice et apparaît sous forme de corindon quand la roche est sursaturée en alumine ; dans les roches métamorphisées par les roches éruptives, dans les schistes cristallins et enfin dans les alluvions où se trouvent surtout les variétés rares employées comme pierres précieuses.

La préparation du corindon, par la Canada Corundum Co, à Craigmont (Ontario) consiste à traiter la syénite qui le renferme, dans des broyeurs, des trommels, des cribles à secousses, des appareils divers à enrichissement mécanique, des séparateurs magnétiques ayant tous pour effet de séparer le corindon des roches moins dures avec lesquelles il est mélangé. Le produit commercial, qui ne renferme pas plus de 2 % d'impuretés, est classé en vingt numéros de grains au moyen de tamis dont le nombre de fils varie de 8 à 200.

L'usine de Craigmont traite quotidiennement 400 tonnes de minerai et peut produire ainsi jusqu'à 20 tonnes de corindon par jour.

L'auteur complète son étude en exposant les usages et les modes d'emploi du corindon, la fabrication des meules et la statistique de sa production ; il termine par quelques renseignements sur les nouveaux abrasifs artificiels : carborundum, corindon artificiel et acier broyé. Le carborundum plus dur, mais aussi plus fragile et de composition moins uniforme que le corindon, donne un meilleur rendement au début, mais l'absence de plans de clivage fait que les grains s'usent sans former de nouvelles arêtes tranchantes, de plus, la forme aplatie des cristaux donne dans les meules une surface active beaucoup moindre. Pour ces raisons, le carborundum ne semble pas pouvoir toujours se substituer au corindon.

Le tir contre la grêle. — Dans une récente discussion, à la Société nationale d'Agriculture (*Bulletin* d'avril), MM. ANGOT, CHEYSSON, SAGNIER, etc., ont examiné les chances d'efficacité du tir contre la grêle (1) et formulé certains desiderata en vue de préciser ces chances.

Se basant sur les rapports de M. Pochetti, communiqués par le Bureau central météorologique d'Italie (1900-1901), M. Angot constate que les résultats négatifs ont été nombreux ; il rappelle que M. Pochetti, tout en espérant qu'ils ne sont pas définitifs, n'a pu recueillir jusqu'ici aucune preuve palpable de l'efficacité du tir contre la grêle, organisé cependant si largement par le Gouvernement italien.

M. Cheysson estime ces appréciations trop sévères et rappelle les résultats très encourageants fournis, en France, par le Bureau central de Villefranche et par la Société régionale de viticulture de Lyon, qui attribuent les échecs signalés en Italie à des erreurs d'application ou à des défauts de matériel ; ces échecs, d'ailleurs, n'ont porté que sur le tir au canon, les fusées et les bombes n'étant employées en Italie que depuis un an.

M. Cheysson voit une preuve favorable de l'efficacité du tir contre la grêle dans la décision de plusieurs grandes Sociétés d'assurances italiennes qui ont diminué les primes annuelles des cultivateurs faisant partie d'un Syndicat de tir.

En résumé, tous les membres de la Société nationale d'Agriculture, prenant part à cette discussion, ont été unanimes à désirer l'intervention d'un contrôle scientifique qui, faisant justice des illusions comme du scepticisme, guidera sûrement l'agriculture dans la défense contre la grêle.

Les principaux desiderata formulés ont été : la création de stations enregistreur en même temps les phénomènes observés, non seulement dans la région protégée, mais dans toute la région voisine ; celle d'un service télégraphique d'avertissements échelonnés qui mobiliserait les Sociétés de tir avant l'arrivée des orages ; enfin, l'établissement de cartes indiquant les régions particulièrement exposées à la grêle et pour lequel le concours des Compagnies d'assurances serait précieux ; à défaut de ce concours, d'utiles renseignements pourraient être fournis par le relevé des dégâts d'impôts dont sont l'objet, chaque année, les cultivateurs victimes de la grêle.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 6, p. 96.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — Travaux publics : Appontement métallique de Lome (Afrique occidentale) (*planche XI*), p. 177. — Électricité : Transport d'énergie électrique à 40 000 volts entre Gromo et Nembro (Lombardie) (*suite et fin*), p. 181; L.-J. SIDLER. — Métallurgie : Les alliages de cuivre. État actuel de nos connaissances théoriques et pratiques (*suite et fin*), p. 184; Léon GUILLET. — Variétés : Régulateur automatique d'alimentation pour chaudières à vapeur, système Hannemann, p. 188; — Installation d'un rideau de théâtre

en amiante, p. 189; — Effets de la pose à chaud sur la qualité initiale des rivets, p. 189.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Société des Ingénieurs civils (16 juin 1905), p. 190; — Académie des Sciences (3 juillet 1905), p. 190.

BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 191; — Ouvrages récemment parus, p. 192.

Planche XI : Appontement métallique de Lome (Afrique occidentale).

TRAVAUX PUBLICS

APPONTEMENT MÉTALLIQUE DE LOME (Afrique occidentale).

(*Planche XI.*)

La petite colonie allemande de Togo, située dans l'Afrique occidentale entre le Dahomey et la Côte des Achantis, ne possède qu'un littoral

C'est de 1880 seulement que date l'établissement, sur cette côte, de quelques comptoirs allemands désireux d'échapper à la sujétion de l'Angleterre qui occupe le territoire voisin de la Côte des Achantis. Après divers incidents politiques et diplomatiques, le Gouvernement allemand, prenant parti pour ses nationaux, conclut définitivement, en 1885, un traité de protectorat avec les indigènes, et consacra l'existence de la colonie de Togo.

Depuis, le village de Lome, tout voisin de la frontière anglaise, a donné naissance à un port de commerce, et est devenu en 1897 le siège du gouvernement de la colonie. Des routes et ponts ont été construits,

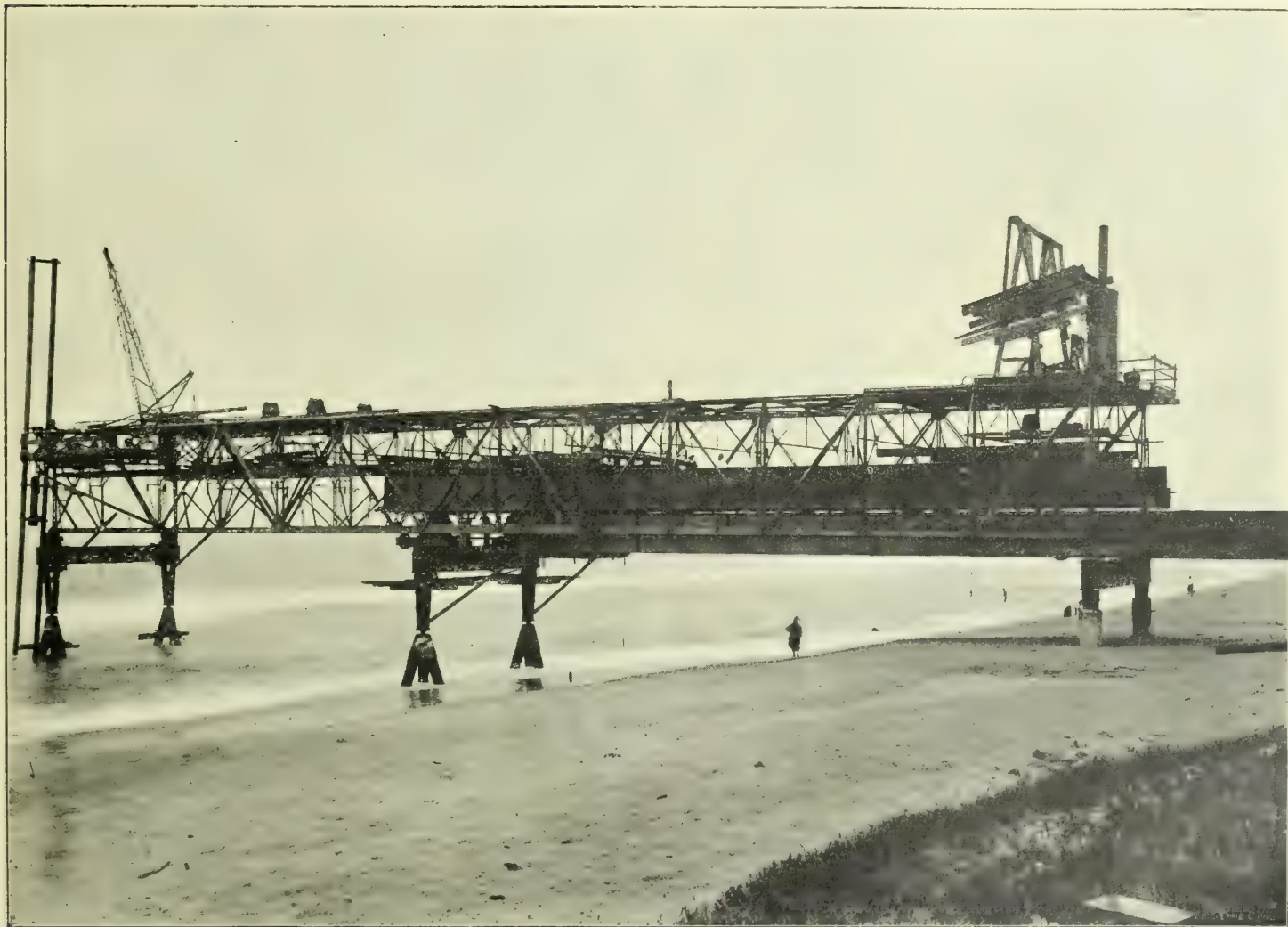


FIG. 1. — APPONTEMENT MÉTALLIQUE DE LOME (AFRIQUE OCCIDENTALE) : Vue prise pendant le montage au moyen d'un pont de service.

très restreint (fig. 2) avec deux ports de commerce, Lome et Anecho (Petit-Popo).

Les vents du sud-ouest qui y règnent constamment forment, le long de la côte du golfe de Guinée (plage sableuse très uniforme, sans baies ni promontoires), une barre infranchissable pour les navires et infiniment gênante pour le débarquement et l'embarquement.

et le développement du commerce n'était plus, jusqu'à ces derniers temps, entravé sérieusement que par la barre dont nous avons parlé. Il fallait confier marchandises et passagers aux pirogues des indigènes qui, comme au Sénégal et sur les côtes du golfe de Guinée, franchissaient la barre avec une habileté spéciale, non toutefois sans de fréquentes avaries du chargement, et des pertes de temps énormes.

C'était, d'ailleurs, de grand matin que les embarquements devaient se faire, la mer étant alors moins agitée parce que la brise diminue pendant la nuit.

Avec l'extension que vont donner au commerce les lignes de chemins de fer entreprises entre Lomé et Palime, Lomé et Petit-Popo, la construction d'un appontement s'imposait pour mettre fin à ces graves inconvénients. Après des études préliminaires, sondages du littoral, etc., un projet d'appontement de 300 mètres de longueur fut établi en 1900 par l'administration coloniale.

A l'exemple du wharf de Kotonou (Dahomey) établi dès 1892, sur une côte semblable à celle de Lomé, par MM. Daydé et Pillé (1), cet

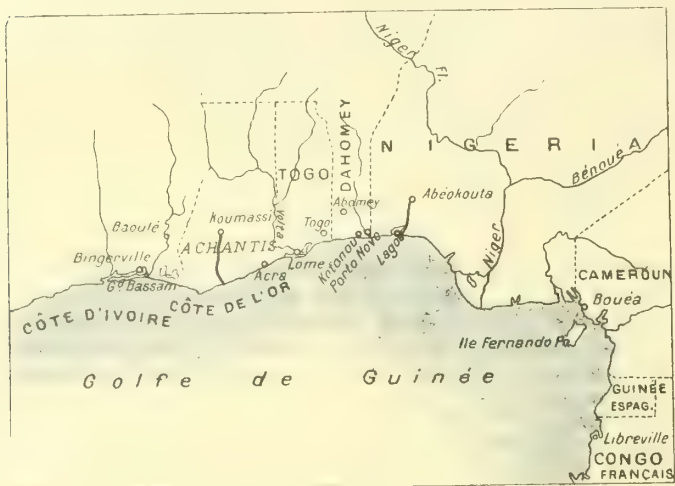


FIG. 2. — Carte de la région du golfe de Guinée.

appontement devait être établi sur pieux à vis métalliques. La cote inférieure de la charpente était fixée à 4^m60 au-dessus du niveau moyen des eaux; deux voies de 0^m75 (trois, à l'extrémité du débarcadère) devaient y être ménagées, avec le gabarit correspondant.

En ce qui concerne l'importante question des piliers et de leur conservation, on devait étudier les dispositions de pieux offrant le moins de prise possible aux vagues, et laissant une certaine élasticité à la construction; examiner aussi la protection contre la corrosion du métal: revêtements en ciment armé, par exemple, etc.

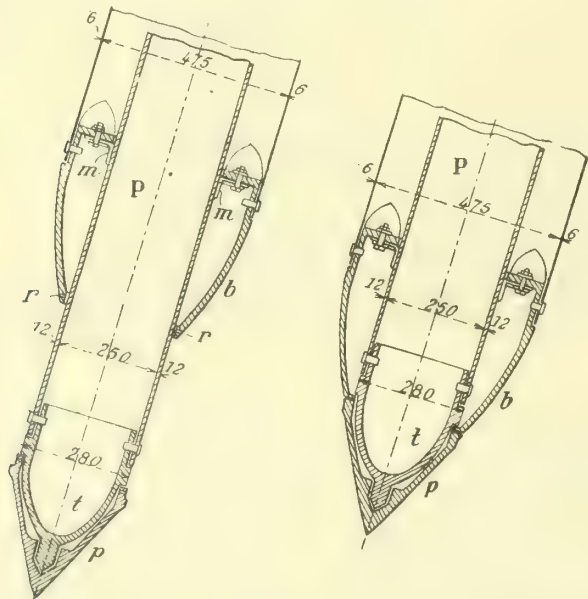


FIG. 3 et 4. — Extrémité inférieure d'un pieu et de son manchon, dans les deux phases successives du battage.

Les dispositions qui ont été proposées pour répondre à ce programme, par la « Vereinigte Maschinenfabrik Augsburg und Maschinenbaugesellschaft Nürnberg A.-G. (succursale de Gustavsburg) », et qui ont été réalisées à peu de chose près, sont représentées par les figures 3 à 13, du texte, et les figures 1 à 7, pl. XI, d'après des renseignements dus à cette Société.

La caractéristique de ce projet réside dans le type des supports

(1) Voir dans le *Génie Civil*, t. XXI, n° 4, p. 4, la description détaillée de cet appontement, long de 280 mètres, et construit en charpente d'acier sur pieux à vis en fonte. Il se compose d'une passerelle terminée par un débarcadère de 45 mètres de longueur sur 40 à 15 de largeur.

adoptés. Comme il était défendu d'employer des contreventements sur les palées, on était obligé de donner aux pieux mêmes une résistance suffisante contre des efforts horizontaux, et l'on est arrivé à ce but en disposant pour chaque palée deux groupes de trois pieux obliques formant faisceau.

Les palées se trouvent alternativement espacées de 24 et 28 mètres.

Les pieux à vis, par suite de leur inclinaison, n'étaient pas d'un emploi facile, surtout dans les conditions où les ouvriers devaient opérer. Il a paru de beaucoup préférable d'employer des pieux battus à la manière ordinaire.

Ces pieux sont des tubes d'acier de 12 millimètres d'épaisseur et de



FIG. 5. — Vue d'un pylône reposant sur deux têtes de pieux et supportant le tablier.

25 centimètres de diamètre intérieur. Pour les protéger contre la corrosion, on les a entourés chacun d'un second tube de 47 centimètres de diamètre, en tôle de 6 millimètres, et l'espace annulaire compris entre ce manchon et le pieu a été rempli de béton (fig. 12).

Le manchon (fig. 4) est muni à sa base d'un sabot en deux parties étanches: une pointe conique *p* et une base tronconique *b*, reliées par trois petits rivets *r*.

Dans ces conditions, il est d'abord enfoncé à la profondeur de 2 mètres environ.

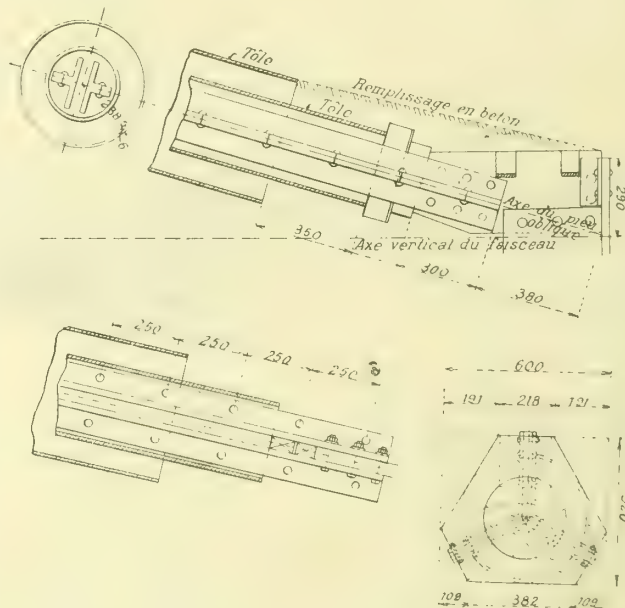


FIG. 6 à 9. — Assemblage des têtes de pieux d'un faisceau.

On introduit ensuite dans le manchon le pieu *P*, dont la base en fonte *t* porte une partie mâle qui vient s'engager dans la partie femelle correspondante de la pointe *p*, pour assurer le centrage des deux pièces. En battant alors le pieu, on cisaille immédiatement les rivets *r* et la base *t*, coiffée de la pointe *p*, continue à s'enfoncer dans le sol (fig. 3) tandis que le manchon reste en place. Une rondelle en caoutchouc *m* est disposée de façon à empêcher la pénétration de l'eau dans l'intérieur du manchon après l'arrachement de la pointe *p*. Une fois les trois pieux d'un même pilier enfoncés à la profondeur nécessaire, leurs têtes sont réunies par un chapiteau commun en tôles et cornières. Puis l'intérieur du pieu et l'espace annulaire jusqu'au

APPONTEMENT MÉTALLIQUE DU PORT DE LOME (Afrique Occidentale)

Fig. 1. Elévation générale de l'appontement

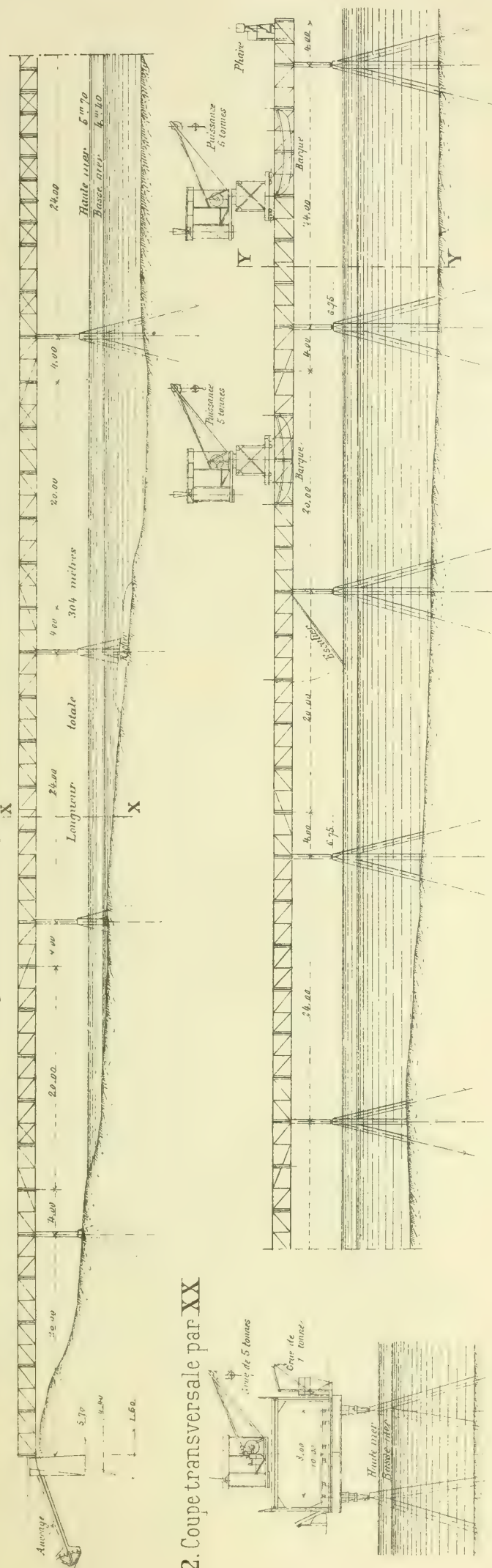


Fig. 2. Coupe transversale par XX

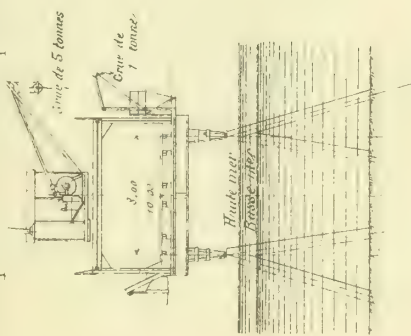


Fig. 5.

Élévation latérale d'un portique

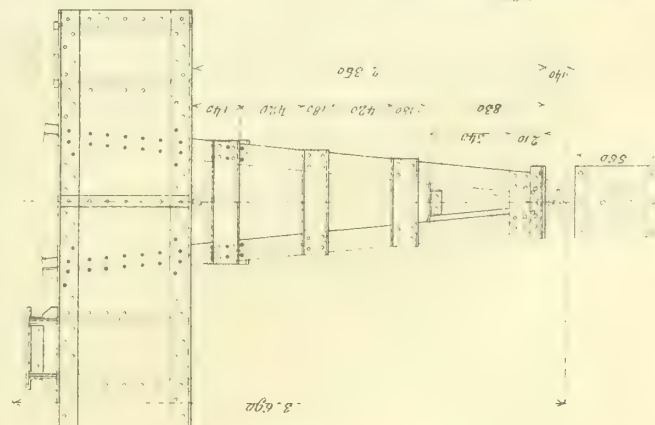


Fig. 3.
Coupe transversal par YY

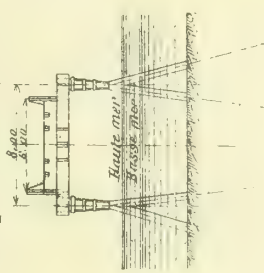


Fig. 4. Plan

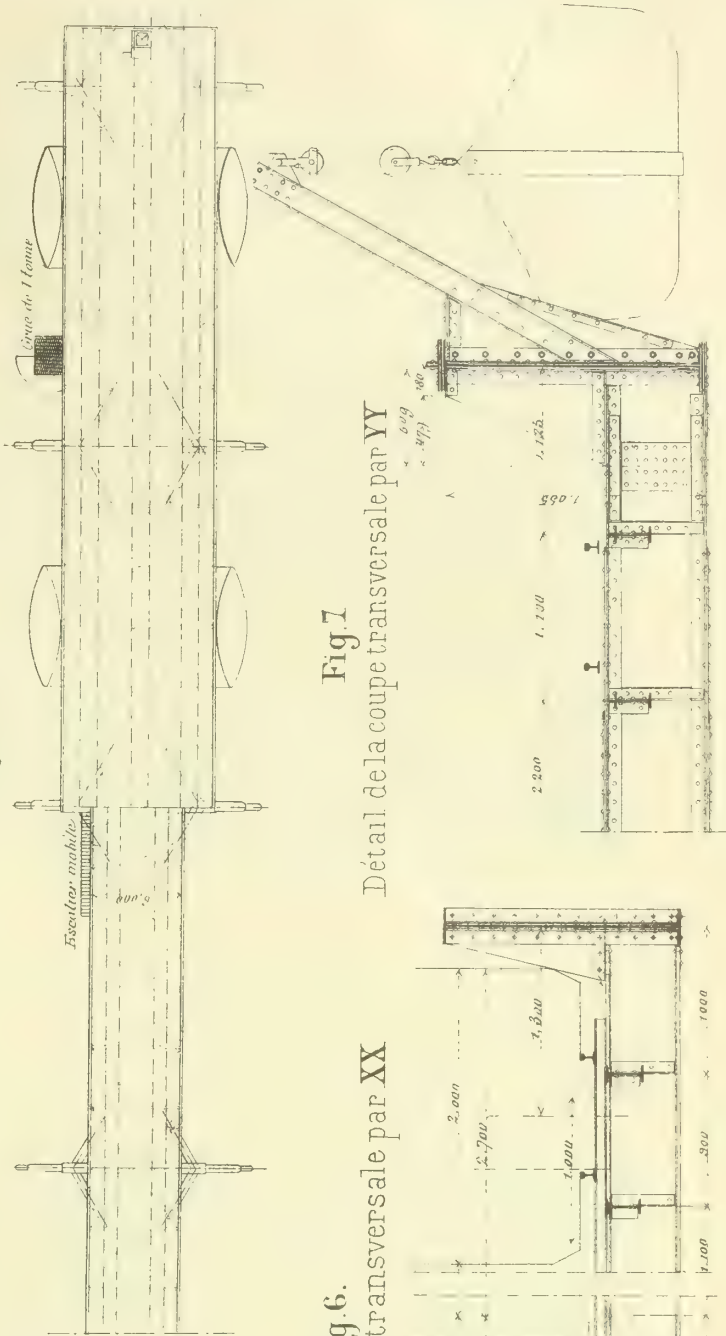


Fig. 6.

Détail de la coupe transversale par XX

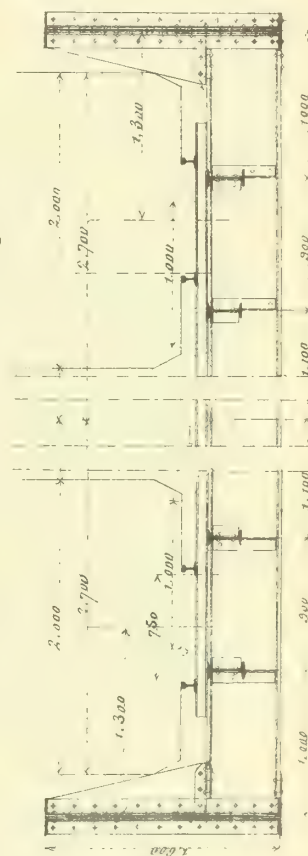
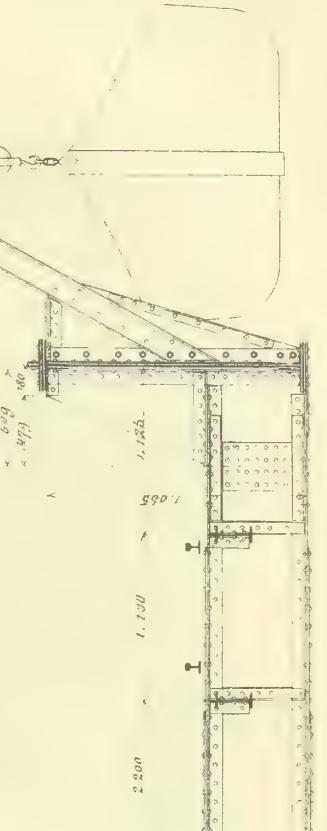


Fig. 7

Détail de la coupe transversale par YY



manchon sont remplis de béton; enfin, toute la partie supérieure et le chapiteau sont enrobés dans un massif de béton (fig. 12). Le manchon seul est abandonné à l'action destructrice des eaux.

Chaque palée se compose, comme nous l'avons dit, de deux groupes de pieux placés en regard, qui supportent, par l'intermédiaire de ro-

suite de la dilatation du tablier, les pylônes, oscillant entre le chapiteau et le tablier au moyen de rotules, occupent dans certains cas une position légèrement inclinée et exercent sur le tablier une poussée longitudinale dirigée vers le large.

Le wharf, qui a exactement 304 mètres de longueur, comprend un



FIG. 10. — APPONTEMENT MÉTALLIQUE DE LOME (AFRIQUE OCCIDENTALE) : Vue d'ensemble.

tules, un pylône, sur la poutrelle supérieure duquel repose le tablier (fig. 5). En tenant compte de l'entretien difficile à cause de l'action corrosive de l'air humide, on a rejeté les poutres à treillis et l'on a choisi des poutrelles laminées pour les pièces de pont et les longerons du tablier, et des poutres à âme pleine pour les poutres de rives.

Ces dernières sont des poutres cantilever dont les extrémités débordent

de 4 mètres sur leurs appuis. Les travées indépendantes s'appuient sur les extrémités saillantes de telle manière que leur flexion reste libre et que les efforts longitudinaux soient transmis à la culée où un ancrage empêche tout mouvement longitudinal. En effet, par

débarcadère et une passerelle reliant celui-ci au rivage. Le débarcadère, où accostent les bateaux pour être chargés et déchargés, a 10 mètres de largeur entre poutres de rives, et 52 mètres de longueur. Il porte trois voies longitudinales, disposées symétriquement.

La passerelle n'a que 6 mètres de largeur et deux voies, qui se raccordent avec les factoreries établies près du rivage.

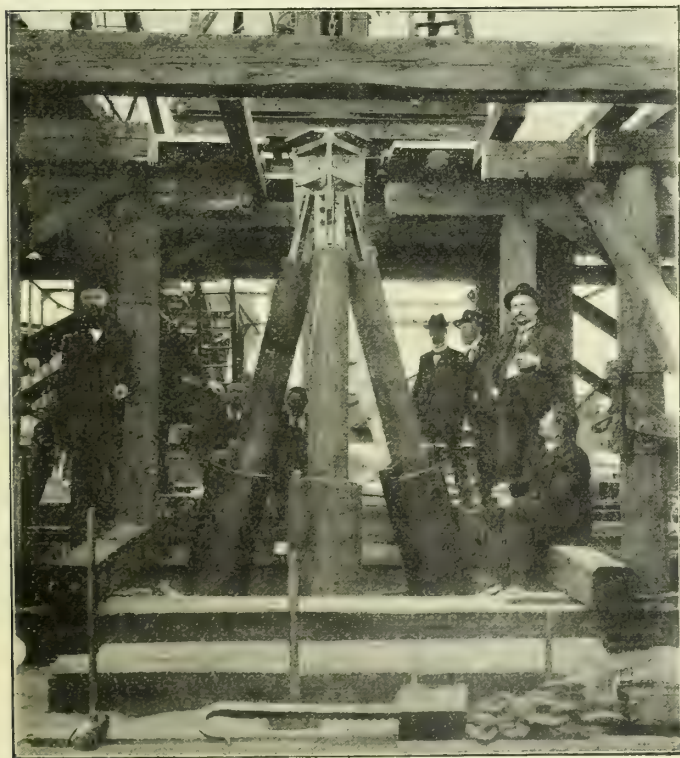


FIG. 11. — Extrémité supérieure d'un faisceau de pieux, montrant l'assemblage des têtes, avant le bétonnage.

dent de 4 mètres sur leurs appuis. Les travées indépendantes s'appuient sur les extrémités saillantes de telle manière que leur flexion reste libre et que les efforts longitudinaux soient transmis à la culée où un ancrage empêche tout mouvement longitudinal. En effet, par



FIG. 12. — Extrémité supérieure d'un faisceau de pieux, encastrée dans son revêtement de béton.

L'appontement est pourvu d'une grue à bras de 1 tonne, et de deux grues à vapeur de 5 tonnes. Celles-ci sont montées sur des portiques, qui occupent toute la largeur, et se déplacent le long des poutres de rives (fig. 1 à 4, pl. XI).

La petite grue est en porte à faux, en dehors du tablier.

A la tête du débarcadère se trouve un escalier mobile (fig. 4, pl. XI) qui sert à l'arrivée et au départ des passagers.

Montage. — Le montage s'est fait à peu près sans échafaudages, étant données la difficulté de les élever en mer et la destruction rapide des bois de charpente causée par les tarets. On a donc procédé au montage en porte à faux, avec un pont de service en fer (fig. 1) de 52 mètres de longueur, qui reposait sur la partie du wharf déjà construite, et s'avancait en mer de la longueur d'une travée.

Ce pont de service, composé de deux hautes poutres à large treillis, contreventées en haut seulement, reposait sur des galets, et des chariots servaient à transporter les pièces de la charpente. A l'extrémité antérieure de ce pont était installée la sonnette de battage des pieux; à l'autre extrémité, la chaudière, un treuil à vapeur, etc.

La figure 13 montre la mise en place d'un tronçon de poutre principale, au delà de la partie du tablier déjà achevée.

rale de ces bancs de sable, qui changent de place suivant la violence des vagues, ayant fait craindre pour la culée de l'appontement, on décida de protéger cette culée par une enceinte en palplanches, travail supplémentaire, exécuté avec des moyens de fortune, et qui demanda quatre mois.

Après avoir également construit un batardeau, on commença, sous sa protection, à battre les pieux en mer; mais ceux-ci étaient arrêtés par une couche dure de 0^m 50 à 1^m 50, qu'on n'avait pas reconnue.

Il fallut donc percer avec le pic cette couche, qui se trouvait à 2 mètres sous l'eau, travail long et pénible, dont on aurait eu bien de la peine à venir à bout si les noirs n'avaient été d'excellents plongeurs. Le batardeau fut lui-même, à plusieurs reprises, emporté par les vagues.

Bref, au bout d'un an de travaux, les deux premiers piliers et la première travée de la passerelle seulement étaient montés.

Les circonstances furent, dans la suite, moins défavorables, et on arriva finalement à monter une travée par mois en moyenne, malgré

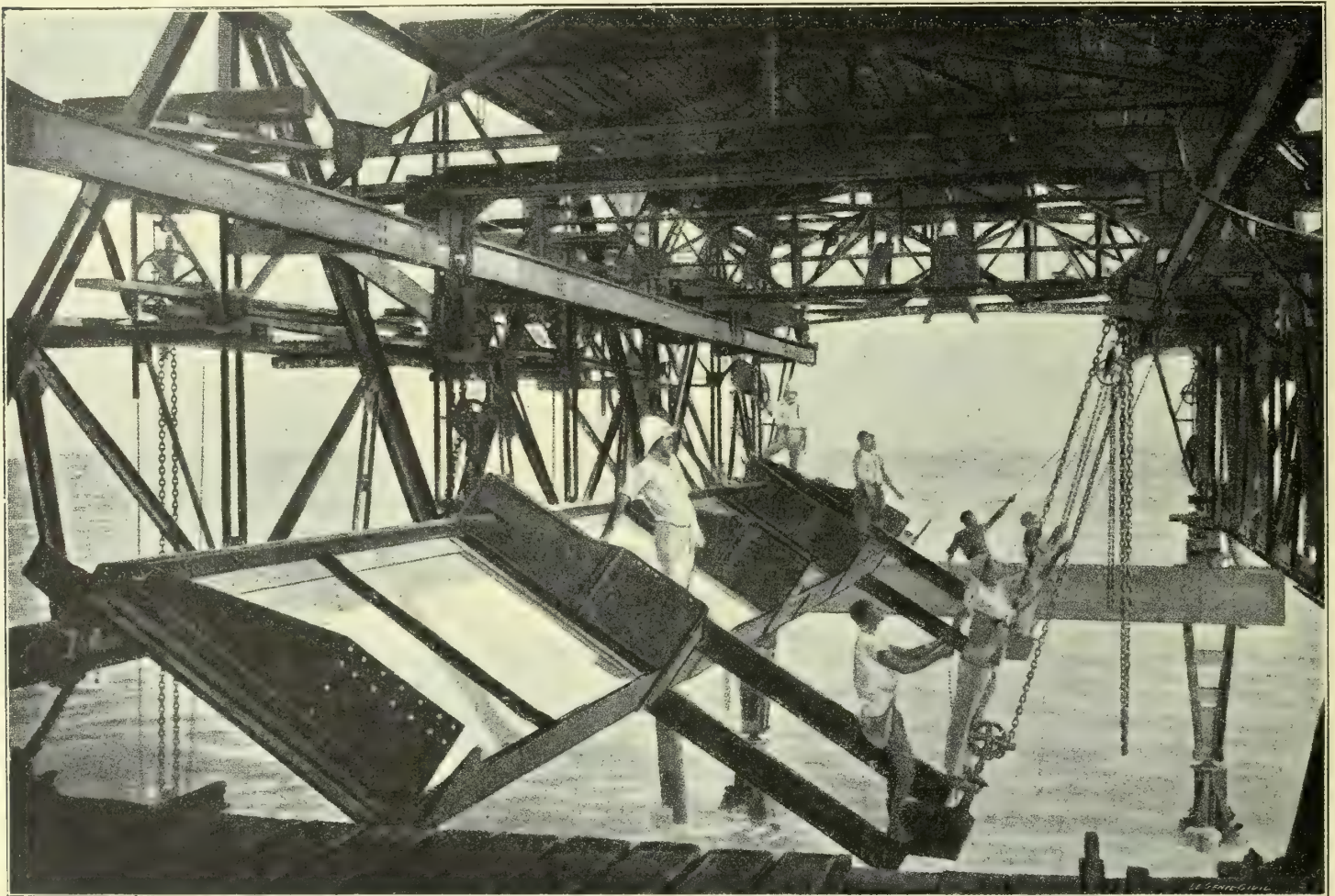


FIG. 13. — APPONTEMENT MÉTALLIQUE DE LOMÉ (AFRIQUE OCCIDENTALE) : Vue prise pendant le montage d'un tronçon de poutre.

La construction de l'appontement a donc été, en réalité, conforme au projet étudié par la Société, sauf en ce que la charpente du tablier a dû être renforcée pour permettre plus tard l'établissement de voies de 1 mètre au lieu de 0^m 75. Cette modification s'imposait lorsque la largeur de 1 mètre a été choisie pour les lignes de chemin de fer Lome-Anecho (Petit-Popo) et Lome-Palime.

Le personnel de la Société, arrivé à Togo à la fin de 1901 avec l'outillage et les premières pièces (divisées en colis de poids inférieur à 500 kilogr., sauf celles qui pouvaient flotter, de façon à en faciliter le débarquement), commença dès cette époque les premiers travaux.

Le débarquement des fers fut particulièrement pénible; les bateaux abordaient où ils pouvaient, parfois très loin du village; beaucoup de pièces ont été perdues, abandonnées par les indigènes au moment de toucher terre. Ceux-ci, d'ailleurs, songeaient surtout à esquiver la corvée de portage, et le personnel européen, éprouvé lui-même par la maladie, a eu fortement à souffrir du manque de main-d'œuvre.

C'est en mars 1902 seulement que l'on put, après le montage du pont de service, aborder les travaux définitifs.

Mais on se heurta alors à de nouvelles difficultés : le sol de la plage, formé d'un sable très compact, refusait de se laisser pénétrer, et le battage des pieux n'aboutissait qu'à les disloquer. Il fallut creuser des trous pour faciliter leur enfoncement. De plus, l'instabilité géné-

la violence des vagues, qui emportaient parfois les échafaudages au-dessus même des têtes de pieux, et empêchaient momentanément d'y couler le béton.

Enfin, les deux dernières palées se trouvèrent reposer sur une couche de sable mouvant, qui ne présentait pas la résistance voulue, et il fallut allonger les pieux jusqu'à ce qu'ils atteignent la couche argileuse sous-jacente; leur longueur fut ainsi portée jusqu'à 19 mètres, et il fallut faire venir d'Europe les rallonges qui n'avaient pas été prévues.

Le montage de la charpente proprement dite (poutres de rives, poutrelles, etc.) n'a pas présenté de difficultés particulières.

L'inauguration du wharf a eu lieu l'an dernier, et cette installation rend actuellement de grands services pour la construction de la ligne de Lome à Petit-Popo, à voie de 1 mètre, qui se raccordera aux voies de l'appontement, élargies au même gabarit (1).

On espère, en Allemagne, où l'esprit de colonisation se développe tant depuis quelques années, retirer de ces coûteux, mais indispensables travaux, des avantages importants pour l'exportation des produits tropicaux et la colonisation du territoire de Togo.

A. C.

(1) Cette ligne est presque terminée, et un service provisoire y fonctionne déjà.

ÉLECTRICITÉ

TRANSPORT D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE A 40 000 VOLTS
entre Gromo et Nembro (Lombardie).(Suite et fin¹.)

Canalisations électriques. — Parafoudres et sortie de la ligne. — Au troisième étage du bâtiment des appareils se trouvent (fig. 5) les parafoudres et la sortie de la ligne. Les parafoudres servant pour une phase

lation, présentent tous les avantages des isolateurs Delta ordinaires. En outre, on a trouvé par des essais rigoureux :

Que l'étincelle saute par-dessus l'isolateur à la tension de 89 000 volts dans une atmosphère dont l'humidité relative est de 62 %;

Que l'étincelle saute par-dessus l'isolateur à la tension d'environ 54 000 volts lorsque celui-ci est soumis à une pluie artificielle intense, déposant sur le sol une couche d'eau dont la hauteur atteint 35 à 40 millimètres par minute;

Que le pouvoir isolant de chaque isolateur atteint, dans une atmosphère sèche, plusieurs millions de mégohms;

Que le pouvoir isolant de chaque isolateur atteint, dans une atmo-

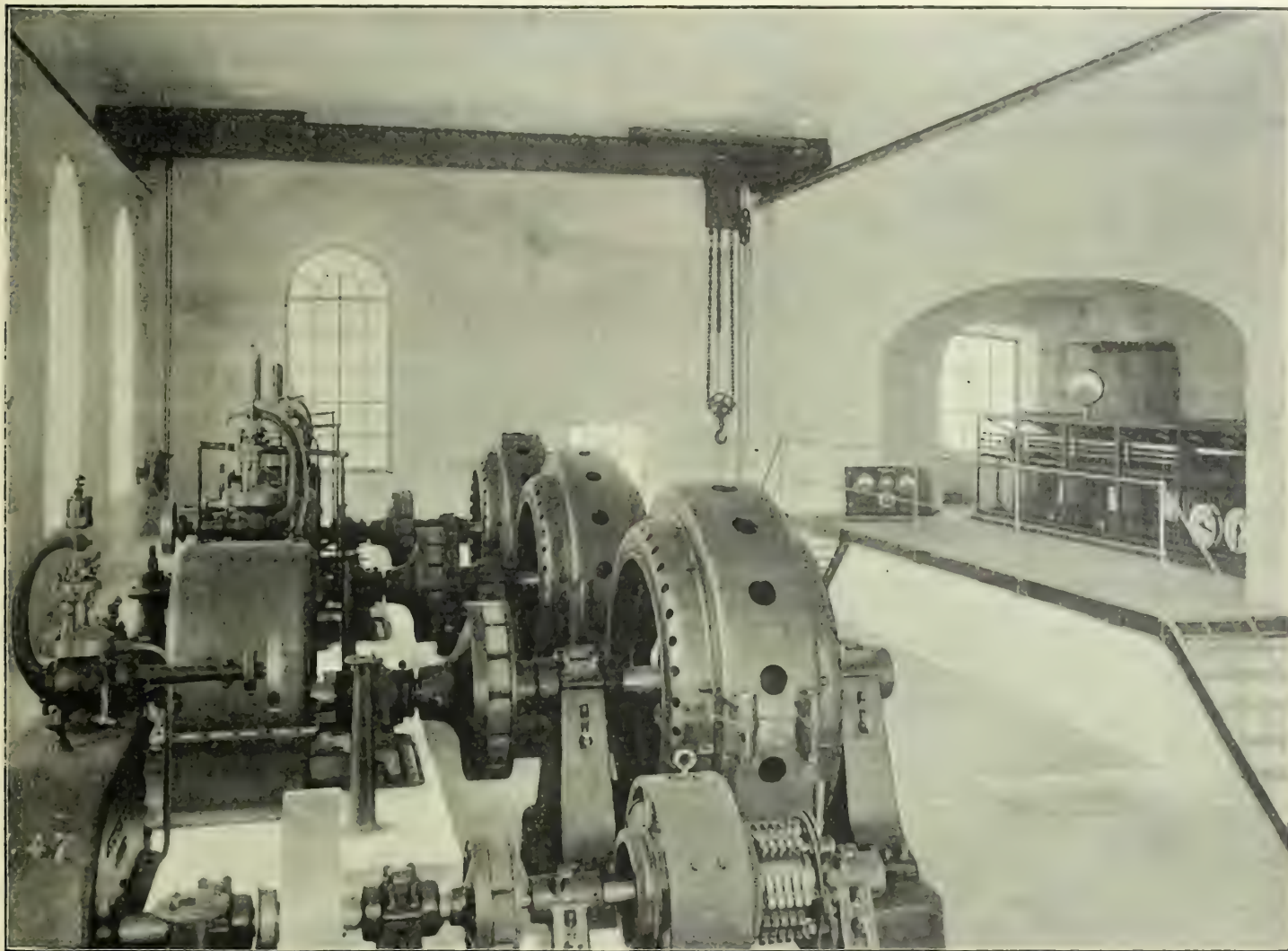


FIG. 1. — USINE HYDRO-ÉLECTRIQUE DE GROMO : Vue de la salle des machines.

sont séparés de ceux des autres phases par un mur. Ces parafoudres sont du type bien connu, à rouleaux, de Würtz; ils sont isolés de la terre par des isolateurs en porcelaine.

Chaque fil de ligne a une fenêtre de sortie, à travers laquelle il passe par un trou pratiqué dans les vitres, et à cet endroit il est entouré d'un tube de verre à parois épaisses. Celui-ci est maintenu dans sa position normale par deux petits entonnoirs en cuivre soudés au fil. Dans ce passage à travers la fenêtre, la distance entre le fil et tout corps non isolé est de 250 millimètres au moins.

Ligne. — La ligne de 30 kilom. environ, suit plus ou moins le cours du Serio, qu'elle longe sur la rive gauche, et part de Gromo pour aboutir à Nembro, aux usines Crespi et C^{ie}. Elle est constituée par trois fils de cuivre de 6^{mm} 5 de diamètre, montés sur isolateurs Delta de la fabrique de porcelaine de Hermsdorf (fig. 2).

Ces isolateurs, d'un modèle étudié spécialement pour cette instal-

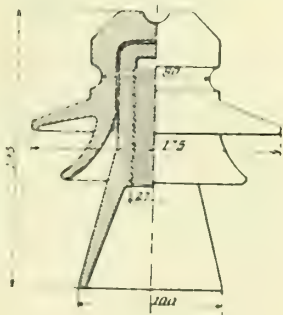


FIG. 2. — Isolateur pour la ligne à 40 000 volts.

sphère saturée de vapeur d'eau (humidité relative de 40 à 50 %), quelques dizaines de mille mégohms.

Chaque isolateur fut soumis, avant sa livraison, à une tension de 80 000 volts, et la ligne à une tension d'essai de 60 000 volts.

Les isolateurs sont fixés sur des poteaux et traverses en bois. En général, la ligne montée sur un seul poteau forme un triangle de 850 millimètres de côté. Les poteaux normaux ont une hauteur de 8 mètres au-dessus du sol (9 mètres pour les croisements). Les isolateurs inférieurs sont à 7^m 50 de hauteur (8^m 50 pour les croisements). Dans les cas de grandes portées et d'angles vifs, on a utilisé pour la ligne deux poteaux, et les isolateurs sont fixés, tous trois à la même hauteur, sur une seule traverse en bois, espacés de 1 mètre. La plus grande portée a 120 mètres et l'angle le plus aigu a 145 degrés. La distance moyenne des poteaux est de 40 mètres.

A 1^m 50 au-dessous des isolateurs à haute tension se trouve la ligne téléphonique composée de deux fils en bronze au silicium de 3 millimètres de diamètre, montés sur isolateurs ordinaires.

A San Carlo la ligne croise une autre ligne monophasée à 2 000 volts, et à Albino elle croise simultanément une ligne et un canal.

STATION TRANSFORMATRICE DE NEMBRO. — La station transformatrice se trouve à Nembro, à proximité des usines pour le traitement du coton. La tension de la ligne doit être, à l'arrivée, de 38 000 volts et on règle en conséquence à Gromo le voltage des groupes hydro-électriques transformateurs.

La figure 4 montre le schéma de cette station.

La ligne traverse un interrupteur de secours, tripolaire, à cornes,

(1) Voir le Génie Civil, t. XLVII, n° 40, p. 151.

monté sur poteaux en bois, à l'air libre (fig. 3); elle entre dans la station avec le même dispositif qu'au départ, à Gromo, traverse les parafoudres et aboutit aux barres collectrices primaires à 38 000 volts. De ces barres partent les lignes allant aux transformateurs. Sur chacune d'elles sont branchés trois déconnecteurs unipolaires et trois interrupteurs à huile unipolaires, automatiques, à haute tension.

Dans le circuit secondaire des transformateurs se trouvent, pour chacun d'eux, un déconnecteur tripolaire et deux transformateurs de courant dont l'un alimente le relais à maximum et l'ampèremètre, et l'autre, le relais seul. Une batterie séparée alimente les électros de déclenchement des interrupteurs à haute tension.

Transformateurs. — Les transformateurs travaillent sur des barres collectrices à 500 volts, d'où partent des feeders avec coupe-circuits fusibles et interrupteurs. Un grand voltmètre est branché sur les



FIG. 3. — Station transformatrice de Nembro, avec interrupteur de secours aérien.

barres. Les moteurs répartis dans les usines travaillent sous cette tension de 500 volts.

La station ne contient encore que deux transformateurs du même type que ceux de la station de Gromo. On a réservé la place pour un troisième.

Leur puissance est de 500 kilovoltampères, à 50 périodes avec le rapport de transformation $\frac{38\,000}{500}$ volts. Il faut 13 litres d'eau par minute pour le refroidissement de chacun d'eux. Leur rendement à pleine charge atteint 97,6 %, alors que le rendement garanti était de 96,8 %, $\cos \varphi$ étant égal à 1. La chute de tension pour $\cos \varphi = 1$, à pleine charge, est de 0,8 %; elle est de 2,9 %, à pleine charge, pour $\cos \varphi = 0,7$. Leurs dimensions sont : $1^m 6 \times 1^m 15 \times 2$ mètres.

L'isolation entre les enroulements primaire et secondaire a été essayée avec une tension de 57 000 volts.

La station transformatrice a un rez-de-chaussée et deux étages. Les figures 6 à 9 en montrent suffisamment les dispositions.

La construction de l'interrupteur de secours, à cornes, est connue. Mais, comme il est monté à l'air libre, il pourrait se faire que, la station étant hors circuit, des décharges se produisent entre la ligne et la station, soit qu'un corps étranger, oiseau ou autre, se trouvât entre les cornes de l'interrupteur, soit qu'un temps humide provoquât ces décharges. Pour éviter tout danger de cette nature, on a monté sur l'interrupteur trois contacts de façon que, l'interrupteur ouvert, ces contacts mettent les trois fils de la ligne pénétrant dans la station en court-circuit entre eux et en communication avec la terre.

Les différents interrupteurs, déconnecteurs, etc., se retrouvant à

Gromo et à Nembro, sont les mêmes dans les deux stations et fonctionnent identiquement.

Les tableaux de manœuvre (fig. 10) rappellent ceux de Gromo. La table est en marbre au lieu d'être en fonte; chaque panneau ne possède qu'un volant de commande servant pour les interrupteurs, avec une aiguille indicatrice et un bouton destiné à déclencher les interrupteurs; au-dessous se trouve le relais bipolaire à maximum.

L'installation de Gromo exécutée en entier, pour la partie électrique, par la maison Brown Boveri et C^{ie}, est en service depuis le 11 juillet 1904. C'est la première en Europe ayant une tension aussi élevée, et son bon fonctionnement prouve que, dans certaines circonstances, le haut voltage adopté ne nuit en rien à l'économie de l'installation. En outre, grâce à des dispositifs simples et appropriés, elle n'exige guère plus de précautions et ne présente pas plus de dangers qu'une installation à tension moyenne.

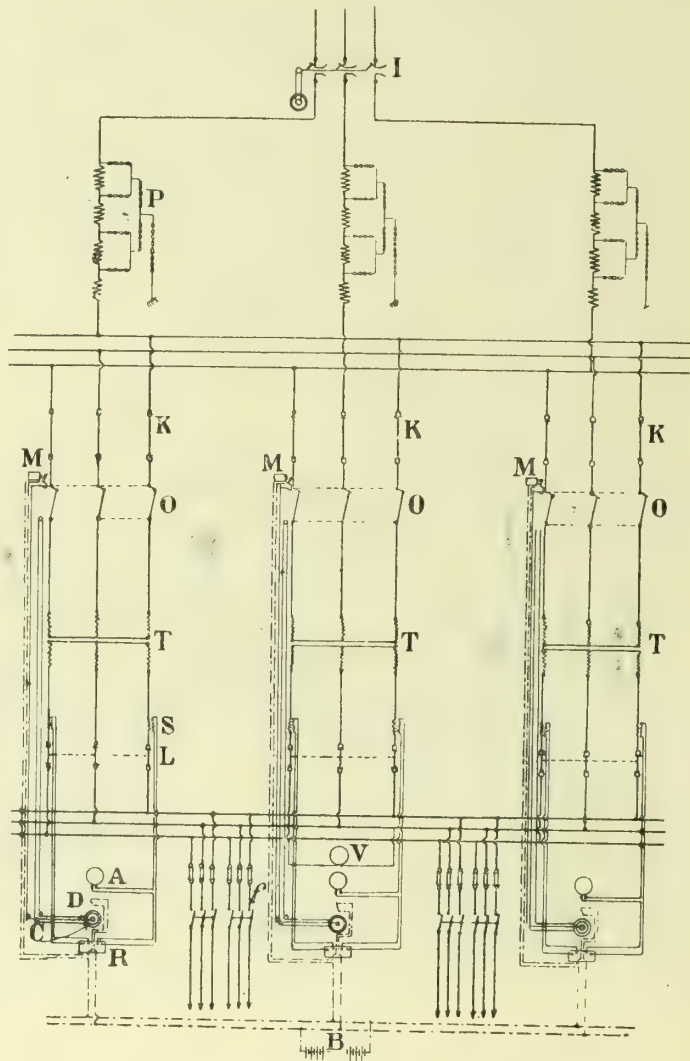


FIG. 4. — Schéma des connexions de la station réceptrice de Nembro.

A, ampèremètre; — B, batterie; — C, commande de l'interrupteur; — D, contact à pression; — I, interrupteur de secours; — K, pièces de connexion amovibles à haute tension; — L, pièces de connexion amovibles à basse tension; — O, interrupteurs automatiques à huile; — P, parafoudres; — R, relais; — S, petit transformateur; — T, transformateurs; — V, voltmètre; — f, coupe-circuits fusibles.

Barrage-réservoir projeté pour la régularisation du Goglio. — Comme il a été dit au début de cette description, le débit du Goglio et du Sanguigno, à l'époque des basses eaux, n'est que de 300 litres-seconde, au point où se trouve la prise d'eau. Il est vrai que le régime des basses eaux ne dure que trois mois, l'hiver, et qu'il est rare, durant le reste de l'année, de voir le débit descendre au-dessous des 700 litres-seconde nécessaires pour la marche à pleine charge de l'usine; néanmoins, comme on a absolument besoin de toute la puissance disponible, un réservoir artificiel destiné à emmagasiner les eaux en excès, pour les laisser écouler dans le Goglio aux époques de basses eaux et améliorer ainsi le régime du torrent, va être créé.

Le lac Nero (fig. 12), qui se trouve dans le bassin du Goglio à une altitude de 1 900 mètres, s'y prête très bien. Il se trouve entouré de pentes rocheuses dénuées de végétation; sa profondeur atteint jusqu'à 33 mètres; il se déverse dans le lac Canale, dont le niveau est inférieur de 16 mètres au sien.

Afin de limiter autant que possible la hauteur du barrage à construire, on fera varier considérablement le niveau d'eau du bassin, et l'on projette de le vider presque complètement dans les périodes de basses eaux.

La digue de retenue (fig. 13) aura une hauteur de 10 mètres, une longueur d'environ 25 mètres à la base et 60 mètres au sommet. En plan, elle affectera la forme d'un arc de cercle de 65 mètres de rayon. On a choisi le centre de manière qu'en projection horizontale, l'axe de

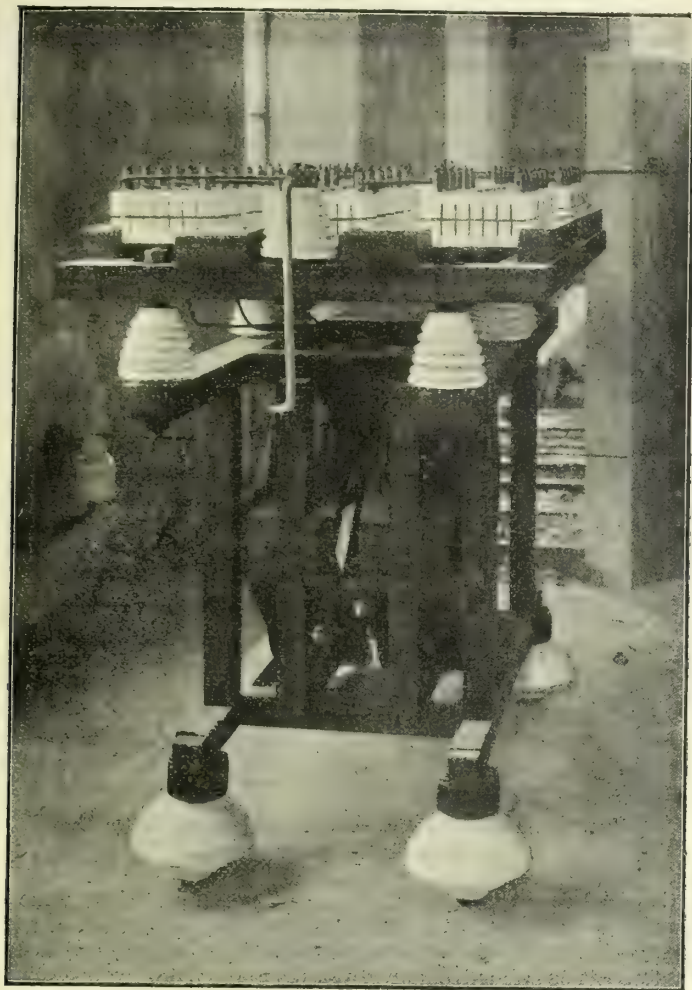
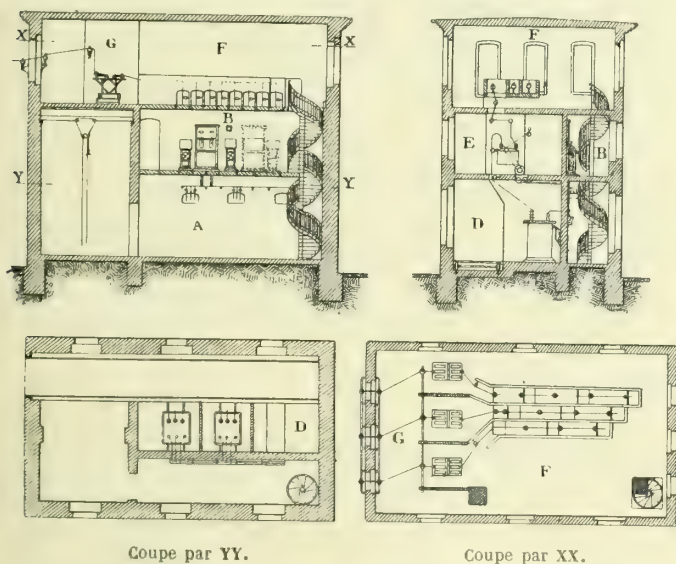


Fig. 5. — Parafoudres montés sur les barres collectrices à 40 000 volts.

la digue soit normal à la direction du Goglio et aux courbes de niveau du terrain.

Du côté de la rive gauche se trouvera un déversoir suivi d'un canal de décharge aboutissant au Goglio.



Coupe par YY.

Coupe par XX.

Fig. 6 à 9. — Plan et coupes de la station réceptrice de Nembro.

A, local pour les appareils à basse tension, à 500 volts; — B, local des tableaux de manœuvre; — D, local des transformateurs; — E, local des interrupteurs; — F, local des barres collectrices; — G, local des parafoudres.

La prise d'eau se fera au moyen d'une galerie de 135 mètres taillée dans le roc, sur la rive gauche (fig. 12). Cette galerie ouvrira dans une tour située au milieu de l'eau, tour à laquelle on accèdera par une passerelle couverte. Des ouvertures munies de vannes y seront prati-

quées, de façon que, suivant le niveau de l'eau, on débouchera l'une ou l'autre de ces ouvertures.

L'arête de l'ouverture inférieure sera à 10 mètres au-dessous du niveau actuel du lac, et comme, d'autre part, on surélèvera ce niveau de 10 mètres au moyen de la digue de retenue, la différence entre les deux niveaux extrêmes sera de 20 mètres.

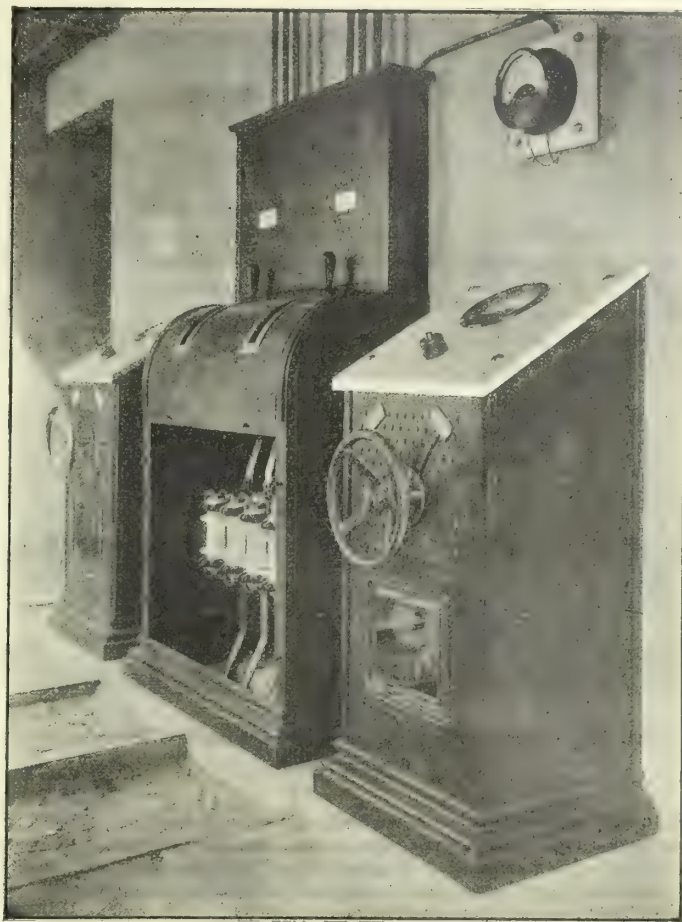


Fig. 10. — Tableaux de manœuvre pour les transformateurs et pour les feeders à 500 volts.

Quantité d'eau que peut emmagasiner le réservoir. — La superficie du réservoir rempli est de 70 000 mètres carrés, celle du réservoir vide, 30 000 mètres carrés, ce qui, pour une différence de niveau de 20 mètres, donne un volume d'eau approximatif de 1 million de mètres cubes. Il reste à voir si les conditions météorologiques en permettent l'emmagasinement.

Quoiqu'on n'ait pas de renseignements précis sur la quantité d'eau tombant annuellement sur le bassin du lac Nero, les stations météorologiques voisines fournissent des données sur lesquelles on peut se baser pour les calculs à effectuer. Les deux stations les plus proches du lac Nero sont celles de Bergame et de Vilminore, à 382 mètres et à 1 028 mètres au-dessus du niveau de la mer.

La couche d'eau de pluie et de neige fondue atteint annuellement dans la région de la première une hauteur moyenne de 1^m 263, dans la région de la seconde une hauteur moyenne de 1^m 75⁽¹⁾.

Sur le bassin du lac Nero, situé à des altitudes variant entre 1 900 et 2 500 mètres, on peut admettre que la hauteur de la couche d'eau qui tombe annuellement sous forme de neige ou de pluie est plus grande que celle observée à Vilminore.

En prenant comme base, d'après les travaux de M. Curò, une augmentation de 60 millimètres pour chaque 100 mètres d'altitude supplémentaire, on arrive aux résultats suivants :

Différence d'altitude entre Vilminore et le lac Nero.	870 mètres.
qui, pour 60 millimètres par 100 mètres, donne	520 millimètres.
Différence d'altitude entre le lac Nero et le point le plus élevé de son bassin.	600 mètres.
dont on ne prend qu'un tiers, soit	200 —
car on suppose que le bassin a une forme conique, ce qui donne.	120 millimètres.
D'où augmentation probable totale de l'épaisseur de la couche d'eau qui tombe sur le bassin du lac Nero, par rapport à celle qui tombe à Vilminore	640 —

(1) D'après l'Ingénieur A. Curò : *Cenni sulla Climatologia della Provincia di Bergamo.*

On peut donc admettre que la hauteur de la couche d'eau, tombant annuellement sur le bassin du lac Nero, atteint une moyenne de

$$1^m 75 + 0^m 64 = 2^m 39$$

ou en chiffres ronds $2^m 40$.

Il convient de faire quelques corrections à ce chiffre.

En premier lieu, on peut retrancher 200 millimètres pour l'évaporation, en tenant compte de l'altitude, de la température, de la nudité des pentes.

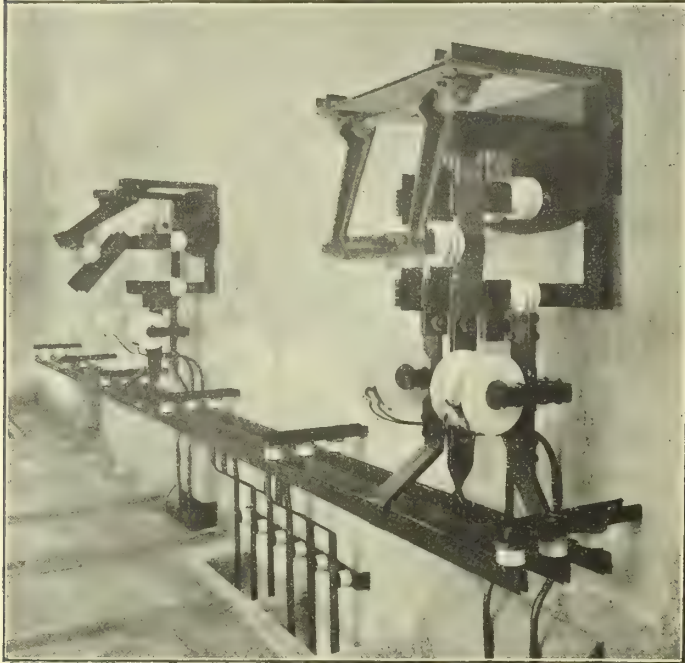


FIG. 11. — Barres collectrices secondaires, montrant les appareils déconnecteurs.

En outre, les calculs doivent être basés non sur une moyenne, mais sur un minimum correspondant aux années sèches. Malheureusement des observations à ce sujet manquent à Bergame et à Vilminore. On admet que dans les années sèches la hauteur de la couche d'eau tombant annuellement diminue de 30 %, ce qui la ramène finalement à $1^m 50$.

Avec cette hauteur de $1^m 50$, on arrive, dans les années sèches, à un

volume d'eau de $2\,730\,000 \times 1,50 =$ environ 4 millions de mètres cubes, soit le *quadruple* du volume à emmagasiner.

Le million de mètres cubes d'eau sûrement disponible en tout temps permettra donc d'envoyer dans le Goglio, et par conséquent dans la prise d'eau, 150 litres par seconde durant trois mois consécutifs, soit durant toute la période annuelle des basses eaux; ces 150 litres représentent une augmentation de 50 % du débit du torrent en régime de basses eaux.

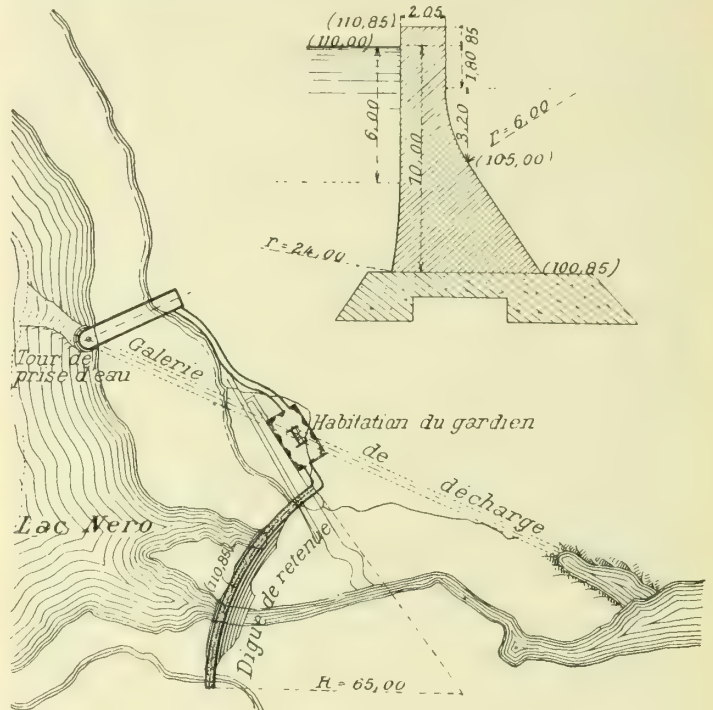


FIG. 12 et 13. — Plan des ouvrages projetés sur le lac Nero et coupe de la digue de retenue.

Ce projet de réservoir a été, il y a quelque temps, l'objet d'une demande de concession, et il est à souhaiter que, suivant cet exemple, d'autres lacs artificiels viennent, dans les Alpes, régulariser le débit des torrents et permettre leur utilisation rationnelle.

L.-J. SIDLER,
Ingénieur.

MÉTALLURGIE

LES ALLIAGES DE CUIVRE

État actuel de nos connaissances théoriques et pratiques.

(Suite et fin.)

V. ALLIAGES CUIVRE-ALUMINIUM; BRONZES D'ALUMINIUM. — ÉTUDE THÉORIQUE. — D'importantes recherches théoriques sur les alliages cuivre-aluminium ont permis de mettre en vue leur constitution.

Courbe de fusibilité. — M. H. Le Chatelier a donné (2) la courbe de fusibilité de ces alliages. Cette courbe (fig. 1) se compose de quatre branches; elle présente deux maxima qui correspondent nettement aux formules $AlCu^3$ et Al^2Cu .

Micrographie. — L'étude micrographique, faite par le même savant, a montré l'existence de quatre combinaisons: $AlCu^3$, Al^2Cu et deux autres voisines de $AlCu$, dont les formules n'ont pu être fixées.

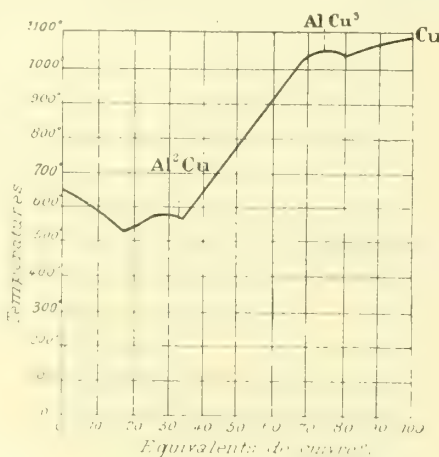


FIG. 1. — Courbe de fusibilité des alliages cuivre-aluminium.

Nous reprenons actuellement l'étude de ces alliages. Bien que nos recherches ne soient pas terminées, nous pouvons déjà affirmer l'existence de plusieurs constituants, à savoir: une solution renfermant de 92 à 100 % de cuivre, qui constitue la plupart des bronzes d'aluminium industriel; le composé $AlCu^3$ ou une solution (?) que l'on obtient en noir par le perchlorure de fer; une autre solution renfermant de 70 à 80 % de cuivre, un composé qui paraît bien correspondre à $AlCu$, la combinaison Al^2Cu et enfin l'aluminium ou une solution $AlCu$ à très faible teneur en cuivre.

De plus, tous les alliages $AlCu$ contenant entre 86 et 92 % de cuivre présentent un ou plusieurs points de transformation, comme nous l'avons montré dans une note à l'Association Internationale des Méthodes d'essais. Une trempe, supérieure au point de transformation, entraîne la formation d'un constituant qui rappelle un peu la martensite, ainsi que l'ont

montré M. Campbell d'une part, M. Breuil d'autre part.

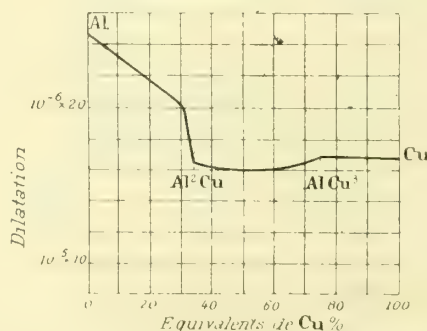


FIG. 2. — Courbe des coefficients de dilatation des alliages cuivre-aluminium.

Dilatations. — M. H. Le Chatelier a aussi déterminé les dilatations des alliages cuivre-aluminium. Les résultats obtenus sont résumés dans la courbe (fig. 2) qui montre les combinaisons $AlCu^3$ et Al^2Cu .

ÉTUDE INDUSTRIELLE.
— Fabrication. — Il

faut distinguer à l'heure actuelle deux sortes d'alliages de cuivre et d'aluminium: les alliages très riches en cuivre qui renferment de 0 à 10 % d'aluminium et les alliages très riches en aluminium renfermant de 3 à 6 % de cuivre.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 8, p. 426, n° 9, p. 443, et n° 10, p. 458.

(2) *Bulletin de la Société d'Encouragement*, 1895.

Les premiers sont connus sous le nom de bronze d'aluminium; les seconds sont souvent vendus sous le nom d'aluminium et sont surtout utilisés dans la construction des automobiles pour toutes les pièces formant enveloppe. Pour obtenir les uns ou les autres de ces alliages, on fond le métal qui se trouve en excès et l'on fait l'addition voulue de l'autre métal. Comme dans la préparation de tous ces alliages d'aluminium, il faut avant tout se garantir contre l'oxydation. Il faut noter pour la préparation des pièces moulées que le bronze d'aluminium se contracte beaucoup plus que les autres métaux (deux fois autant que le laiton). Pour éviter l'introduction des crasses dans le moule ou la lingotière, on coule parfois dans une poche intermédiaire dont le fond comporte un bouchon que l'on enlève au moment où toutes les pellicules d'oxyde sont remontées à la surface. Il serait peut-être plus simple d'utiliser une poche saucière.

Les bronzes d'aluminium peuvent aussi être préparés au four électrique, ou du moins on peut obtenir par ce moyen un alliage utilisé comme matière première dans la fabrication du bronze d'aluminium.

L'alliage cuivre-aluminium peut se laminier jusqu'à 10 % d'aluminium, mais il s'étire très difficilement au-dessus de 7 %. Les principaux types d'alliages cuivre-aluminium utilisés dans l'industrie sont :

1° Comme alliages riches en cuivre : Cu = 99, Al = 1; Cu = 98, Al = 2; Cu = 95, Al = 5; Cu = 93, Al = 7; Cu = 90, Al = 10.

L'alliage : Cu = 95, Al = 5, et celui correspondant à : Cu = 93, Al = 7, sont les plus usités. Celui : Cu = 90, Al = 10, est difficile à obtenir sain.

2° Les alliages cuivre-aluminium riches en aluminium sont généralement du type suivant : Cu = 5 à 6, Al = 95 à 94. Quelquefois, cependant, on rencontre le type : Cu = 3, Al = 97 qui, nous le verrons, est beaucoup plus logique.

Propriétés. — Les propriétés des alliages cuivre-aluminium furent étudiées pour la première fois par Debray qui fit de nombreux essais sur l'alliage à 10 % de cuivre. Cet alliage possède une couleur or légèrement vert, il offre une grande dureté, il est malléable à froid, mais beaucoup plus à chaud. Les alliages de cuivre-aluminium renfermant moins de 10 % d'aluminium sont malléables et peu fragiles. A 11 % l'alliage devient beaucoup trop cassant pour être susceptible d'application quelconque. Quand il contient plus de 20 % d'aluminium, il est si fragile qu'on peut le pulvériser au mortier, tandis qu'à 30 % il est d'une dureté beaucoup plus faible. Il redevient très dur et cristallin vers 60 à 70 d'aluminium.

En réalité l'industrie ne livre en produits laminés que des alliages contenant moins de 8 % d'aluminium. On arrive à de bons résultats en épurant le métal au moment de la coulée. Jusqu'à 5 % de cuivre, on lamine généralement à froid; il faut, bien entendu, recuire et découper le métal avec soin comme pour le laiton. Au-dessus de 5 % d'aluminium, on lamine au rouge.

Utilisation. — Les principaux emplois des alliages cuivre-aluminium sont :

1° Pour les alliages riches en cuivre :

La confection des objets de Paris divers (broches, porte-crayon, etc.) pour imiter les alliages d'or;

La préparation de coussinets d'excentriques, etc. L'alliage à 10 % a été particulièrement préconisé pour cet usage. Son emploi ne s'est cependant pas généralisé;

La confection des ressorts, notamment des ressorts plats prélevés dans des plaques.

2° Pour les alliages riches en aluminium :

Les constructions automobiles pour les pièces servant d'enveloppes;

La préparation de quelques pièces de constructions extrêmement légères, appareils de filtration, appareils à eau de Seltz, récipients de lait et de vin, batteries de cuisine, etc.;

La fabrication de cornières et profilés. Mais là il n'a pas donné tous les résultats que l'on espérait. Plusieurs expériences célèbres ont montré que ces alliages ne résistent pas à l'atmosphère marine. Il suffit de rappeler les résultats obtenus par la mission hydrographique au Niger, dirigée par M. le lieutenant de vaisseau Hourst.

BRONZES D'ALUMINIUM COMPLEXES. — On a cherché à améliorer le bronze d'aluminium par additions de certains corps, tels que le silicium, le bore, etc. Le plus intéressant, au point de vue des alliages à haute teneur en aluminium, est le cadmium, dont 2 à 3 % améliorent considérablement les propriétés mécaniques.

MM. de Susini et Langlois ont pris en 1895 un brevet pour des bronzes d'aluminium siliciés.

Ces alliages sont obtenus de la façon suivante : dans un creuset de plombagine, on met 20 parties d'aluminium et 80 parties de fluosilicate de potasse. On chauffe pendant deux heures à la température de fusion de l'acier. D'autre part, on fait fondre le cuivre et on lui ajoute en quantités convenables le métal obtenu dans la première opération. Le type cité par les auteurs a la composition suivante :

Cu = 90 %, Al = 9 %, Si = 1 %,

mais ils n'indiquent pas les propriétés de cet alliage.

En 1896, on préconisa l'emploi de bronzes d'aluminium renfermant

du zinc, du bore et du silicium. Le procédé de fabrication a été indiqué par MM. Quintinne, Devy et Franck, qui prétendent obtenir un métal très résistant. On place dans un creuset 1 gramme de silice et 20 grammes d'acide borique, on chauffe au rouge clair et on ajoute de l'aluminium. Dans un autre creuset contenant de l'acide borique; on fait fondre 60 grammes de laiton à 30 % de zinc et 70 % de cuivre en y ajoutant 940 grammes de l'aluminium préparé précédemment.

En 1897, M. Secrétan a fait breveter un bronze d'aluminium renfermant du magnésium, du nickel et du phosphore. Voici la composition de cet alliage :

Cu = 91 à 95 %, Al et Ni = 9 à 5 %.

Ph = 0,5 % au maximum et Mg = 1,5 % au maximum.

On peut affirmer que le bronze d'aluminium est amélioré par l'addition de certains corps, notamment le silicium. Nous n'en voulons pour témoin que les expériences publiées par M. le professeur Tetmeier⁽¹⁾ et dont nous extrayons les résultats les plus intéressants :

COMPOSITION DE L'ALLIAGE					PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES À LA TRACTION		
Cu	Al	Fe	Si	S	R	E	A %
<i>Sur barres coulées.</i>							
93,35	4,62	0,89	0,93	0,04	37,4	9,7	46,6
91,17	5,92	0,78	2,12	0,04	49,6	13,7	28,1
90,43	7,50	0,54	1,54	0,05	48,6	14,2	31,3
89,67	7,08	0,72	2,72	0,12	53,4	22,2	7,4
<i>Sur barres laminées.</i>							
90,99	7,96	"	1,36	"	49,9	21,6	48,4
90,38	8,29	"	1,41	0,04	53,9	25,1	43,3
91,66	6,69	"	1,83	0,04	52,5	23,3	33,5
88,83	7,19	2,27	1,32	0,05	52,2	19,8	35,4
93,59	4,99	0,91	0,91	"	43,7	17,3	41,6
89,99	7,98	0,89	1,23	"	50,9	21,8	42,5
86,74	9,80	0,78	2,38	"	69,6	34,3	0,4

Il y a dans ces tableaux quelques contradictions provenant surtout des barres coulées qui pouvaient être plus ou moins saines. Néanmoins, on peut dégager de ces résultats que le silicium et le fer jouent le même rôle que l'aluminium en augmentant la charge de rupture et diminuant les allongements. Ceux qui paraissent donner les résultats les plus intéressants pour l'industrie sont ceux pour lesquels la somme Al + Si = 8 à 10 %. Avec plus de 10 % on a des alliages trop fragiles; avec moins de 8 % on a une résistance trop faible.

Voici enfin les résultats obtenus avec quelques autres alliages laminés ou forgés et notamment du bronze d'aluminium renfermant un peu de nickel :

COMPOSITION					PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES			ÉTAT de L'ALLIAGE
Cu	Al	Fe	Si	Ni	R	E	A %	
91,00	8,95	"	0,07	"	62	47	27	Laminé dur.
					55	20	42	Forgé.
					49	18	48	Laminé.
89,94	9,98	"	0,10	"	60	20	48,5	Forgé.
89,81	9,99	0,04	0,12	"	61	21	19	Forgé.
88,23	10,50	0,21	0,12	0,88	71	18	10	Forgé.
89,30	8,89	1,33	"	0,12	59	24	31	Laminé.
88,38	8,44	2,98	"	0,17	64,5	26,5	33	Forgé.
87,93	5,96	4,09	1,37	0,20	63,3	42,6	21	Laminé.

Il est fort regrettable que des essais n'aient pas eu lieu sur métal recuit, de façon à pouvoir établir exactement le rôle du nickel, qui paraît augmenter R et E.

Enfin il est bon de mentionner le résultat obtenu par M. Helouis, en 1896, avec un alliage renfermant 91 % de cuivre, 8 % d'aluminium et 1 % de vanadium.

Cet alliage aurait donné : R = 53; A % = 32.

En résumé, on voit que les seuls alliages de cuivre et d'aluminium utilisés industriellement sont ceux renfermant moins de 10 % d'aluminium et ceux contenant plus de 94 % de ce métal.

(1) *Comptes rendus* de la Station d'Essais des Matériaux du Polytechnikum de Zurich, livraison IX.

VI. AUTRES ALLIAGES DE CUIVRE : Cu-Mn; Cu-P; Cu-Sb; Cu-Bi; Cu-Pb; Cu-Va; Cu-Si; Cu-Cr; Cu-W; Cu-As. — Alliages de cuivre et de manganèse. — ÉTUDE INDUSTRIELLE. — *Fabrication.* — Les seuls alliages de manganèse utilisés dans l'industrie renferment moins de 7 % de manganèse. Le type le plus courant est : Cu = 95,5, Mn = 4,5 %. Ces alliages sont vendus à tort sous le nom de bronze au manganèse.

Leur préparation a lieu en partant d'un alliage cuivre-manganèse riche en ce dernier métal. La méthode employée autrefois était la suivante :

Le cuivre bien divisé était mélangé avec du charbon de bois et de l'oxyde de manganèse résidu de la fabrication du chlore, c'est-à-dire de l'action de l'acide chlorhydrique sur le bioxyde de manganèse ou pyrolusite. Ce mélange, placé dans un creuset et recouvert d'une couche épaisse de charbon de bois, était chauffé à très haute température. L'oxyde de manganèse réduit s'alliait avec le cuivre et l'on trouvait le cupro-manganèse fondu au fond du creuset. On agitait avec soin avant la coulée. L'opération devait se faire dans un creuset de plombagine, les silicates formant avec l'oxyde de manganèse un laitier très fusible.

A l'heure actuelle on emploie encore ce procédé; cependant on tend de plus en plus à le remplacer par l'alliage direct du cuivre et du manganèse.

L'industrie fait deux types de cupro-manganèse (alliage riche en manganèse). Tous deux renferment environ 70 % de cuivre; l'un est sans fer, l'autre en contient de 2 à 5 % :

- 1° Cu = 70 à 72 Mn = 29 à 27 Fe = 1 maximum (alliage dit pur) ;
- 2° Cu = 70 à 72 Mn = 25 à 23 Fe = 5 maximum (alliage dit impur).

M. Parsons a, d'ailleurs, employé des alliages plus complexes : des cupro-ferro-manganèses. On les préparait par addition de ferro-manganèse au cuivre en fondant séparément les deux alliages et en versant le ferro-manganèse liquide dans le cuivre. Nous croyons qu'ils ne sont plus utilisés maintenant.

La préparation des alliages cuivre-manganèse se fait par addition du cupro-manganèse au bain de cuivre.

Propriétés mécaniques. — Voici les résultats que nous avons obtenus aux usines de la Bonneville sur les alliages de cuivre et de manganèse, en utilisant un cupro-manganèse extrêmement pur :

COMPOSITION		PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES					
Cu	Mn	R	E	A %	Σ	CHOC	DURETÉ
96,33	2,94	22,0	10,0	45,0	80,8	34	83
95,40	4,40	24,0	11,5	42,0	79,3	33	95
93,48	6,56	27,5	13,3	33,5	81,0	32	104

Ces quelques résultats obtenus sur éprouvettes prélevées dans des barres laminées et étirées, puis recuites, montrent bien que le manganèse :

- 1° Augmente la charge de rupture et la limite élastique ;
- 2° Diminue très peu les allongements ;
- 3° Donne des strictions extraordinairement élevées ;
- 4° N'augmente nullement la fragilité, la diminue même en détruisant l'oxydure de cuivre ;
- 5° Augmente fort peu la dureté.

Il est de toute évidence que les résultats obtenus dépendent de l'état d'érouissage dans lequel est le métal. Les précédents se rapportent à un métal à l'état de recuit complet.

On peut par un étirage assez prononcé obtenir pour l'alliage à 2,94 % de manganèse jusqu'à 38 kilogr. de charge de rupture; pour celui de 4,40 % de manganèse, jusqu'à 42 kilogr. de charge de rupture; enfin pour celui à 6,56 % de manganèse, jusqu'à 48 et même 50 kilogrammes.

Les allongements diminuent nettement; ils descendent à 12 à 15 %. Mais les strictions et la résistance au choc restent toujours extrême-

ment élevés ($\Sigma = 72$ à 75 , choc = 26 à 30 kilogrammètres). On comprend que les Compagnies de chemins de fer demandent au cuivre-manganèse qu'elles emploient : R = 30; A % = 33.

Les alliages de cuivre et de manganèse ont une autre propriété remarquable, c'est de présenter une grande résistance à haute température. Ils se laminent très bien à chaud jusqu'à une teneur de 10 % de manganèse. Au delà ils se brisent au laminier. Pour une teneur supérieure à 30 % ils ont une très grande fragilité. De 70 à 80 % de manganèse, ils tombent en poussière, dans l'espace de quelques semaines.

Utilisation. — Les alliages de cuivre et de manganèse sont utilisés surtout comme barres d'entretoises dans les locomotives, notamment par toutes les Compagnies françaises. Nous en verrons plus loin les raisons, lorsque nous parlerons de la résistance des métaux et alliages à haute température.

Depuis quelque temps, on essaye de lancer dans le commerce des tubes en cuivre manganésé, mais ils n'ont pas encore d'importantes applications. Le type industriel de l'alliage cuivre-manganésé est celui à 4,5 % de manganèse; quelques fabricants vont, cependant, jusqu'à 6 % de ce métal.

Alliages de cuivre et d'antimoine. — Ces alliages ont fait l'objet d'un remarquable mémoire de la part de M. Baykoff, que l'on trouvera dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement* (mai 1903). Nous y renvoyons le lecteur. Ces alliages ne présentent d'ailleurs que peu d'intérêt industriel. Il est à noter toutefois que le produit : Cu = 97 %, Sb = 3 % est utilisé en fausse bijouterie; il possède une couleur or superbe.

Alliages de cuivre et de plomb. — ÉTUDE THÉORIQUE. — *Fusibilité.* — La courbe de fusibilité des alliages cuivre-plomb a été déterminée par M. Roland-Gosselin et est reproduite figure 3. Elle se compose de trois branches; celle du milieu présente un maximum qui correspond à une combinaison. Les deux eutectiques qui fondent à 324 et 930 degrés correspondent à 0,14 % et à 50 % de cuivre.

Micrographie. — La métallographie microscopique ne donne pas les résultats qu'indique la courbe de fusibilité. Dans l'étude que nous avons faite de ces alliages, nous n'avons pas trouvé de combinaison.

Ajoutons, d'ailleurs, que la température de coulée a une influence considérable sur l'homogénéité du métal. Si l'on coule à très haute température dans une lingotière métallique, on obtient une masse homogène. Si, au contraire, on coule à assez basse température, le plomb se sépare complètement du cuivre. Ces observations, qui nous ont été communiquées par M. le professeur H. Le Chatelier, ont été faites à maintes reprises dans nos expériences.

L'industrie n'utilise pas à l'heure actuelle d'alliages cuivre-plomb. Il est bon cependant de rappeler que l'on a employé un alliage comprenant : Pb = 80, Cu = 20, pour couler de grands caractères d'imprimerie.

Alliages de cuivre et de bismuth. — ÉTUDE THÉORIQUE. — *Fusibilité.* — La courbe de fusibilité des alliages cuivre-bismuth est représentée dans la figure 3. Elle a été déterminée par M. Roland-Gosselin et présente trois branches; celle du centre indique une combinaison, mais la forme de la courbe ne la précise pas suffisamment.

Il existe deux eutectiques fondant à 243 et 885 degrés et correspondant à 2,8 % et 29 % de cuivre.

Micrographie. — Nos recherches micrographiques sur ces alliages nous montrent que les conclusions auxquelles est arrivé M. Roland-Gosselin par la courbe de fusibilité ne sont pas justes. En effet, il ne paraît pas exister de combinaison.

Tous les alliages de cuivre et de bismuth refroidis lentement donnent des cristallites de cuivre englobées dans une masse très riche en bismuth. Dès qu'on ajoute un peu de bismuth à du cuivre, la zone blanche est bien plus importante que ne le fait prévoir la quantité de bismuth incorporé. Il semble donc que la partie blanche est une solution bismuth-cuivre.

L'examen des alliages refroidis lentement ne montre donc pas d'eutectique. Ceci nous a paru en désaccord avec la courbe de fusibilité qui cependant est très juste, nous l'avons vérifiée. Nous avons alors étudié s'il n'y avait pas de transformation pendant le refroidissement au-dessous du point de fusion et nous n'avons pas pu en observer.

Alliages de cuivre et de phosphore. — ÉTUDE THÉORIQUE. — Il n'a encore été fait aucune recherche systématique sur les alliages de cuivre et de phosphore. Cependant, Rose a bien signalé⁽¹⁾ l'existence de trois combinaisons :



L'étude que nous avons faite de la constitution des alliages cuivre-phosphore n'est pas achevée. Nous donnerons cependant les quelques résultats que nous avons obtenus.

Courbe de fusibilité. — Nous avons déterminé la courbe de fusibilité

(1) Dictionnaire de Wurtz, p. 4045.

des alliages cuivre-phosphore jusqu'à 15 % de phosphore (fig. 4), en utilisant le phosphore de commerce à 15 %, et nous l'avons dissous dans des quantités de plus en plus importantes de cuivre.

Teneur en Cu % de l'alliage	97,40	95,32	90,66	87,96	87,45	87,44	86,95	84,73
Point de fusion. . degrés	933	690	612	800	858	705	698	1015

On voit qu'un minimum correspond à l'alliage contenant environ 10 % de phosphore.

Micrographie. — Les alliages renfermant moins de 6 % de phosphore montrent des cristallites de cuivre entourés d'eutectique. A 6 % on a un eutectique très net. La figure 6 reproduit un morceau de cuivre phosphoreux non homogène; on y note des cristallites de cuivre énormes qui vont en diminuant et sont alors entourées d'eutectique.

A 14,5 % on obtient une masse homogène qui renferme généralement quelques soufflures. L'une des micrographies représente cette combinaison qui correspond à la formule P^2Cu^6 ($Cu = 84,91$, $P = 14,09$). On y note quelques taches noires provenant des soufflures.

L'attaque de ces alliages a été faite à l'acide azotique.

ÉTUDE INDUSTRIELLE. — **Fabrication.** — Les alliages de cuivre et de phosphore ont acquis une grande importance industrielle, depuis la fabrication des bronzes phosphoreux. Nous avons vu, en effet, que le phosphore est introduit dans l'alliage sous forme de phosphore de cuivre. Pour préparer ces alliages on emploie l'une des méthodes suivantes :

- 1° Addition directe du phosphore rouge dans le cuivre fondu; cette méthode ne peut s'employer qu'avec les plus grandes précautions et en ayant soin d'envelopper le phosphore et de le plonger dans le métal fondu;
- 2° Réduction du phosphate de cuivre par le charbon de bois en présence d'un fondant. Cette méthode est peu usitée;
- 3° Réduction du phosphate de chaux par le charbon en présence de cuivre et de fondants.

La méthode la plus usitée est la première; pour la mettre à exécution, on emploie souvent l'appareil décrit par Hiorns :

Dans un creuset en fonte A, on met la quantité convenable de phosphore; un creuset B est relié au creuset A au moyen de deux

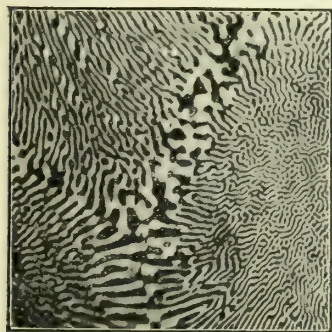


FIG. 5. — Phosphore de cuivre à 14 % Ph.
Grossissement : 200 diamètres.

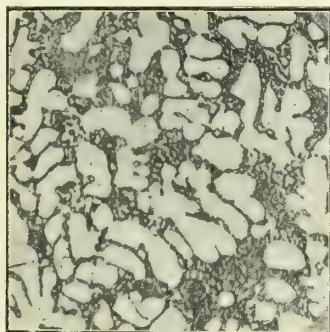


FIG. 6.
Alliage de cuivre et de phosphore à 10 % Ph.
Grossissement : 200 diamètres.

serre-joints. Le métal fondu est versé en B et coule sur le phosphore à travers une ouverture. Le phosphore vaporisé ne peut s'échapper qu'à travers le métal fondu; il est alors complètement absorbé.

Propriétés. — Dès que le cuivre contient beaucoup de phosphore, il devient très cassant. Quand on augmente la dose de phosphore, la masse d'abord rouge, devient d'un gris d'acier. Les alliages employés ordinairement dans l'industrie contiennent généralement de 10 à 15 % de phosphore.

Utilisation. — Le phosphore de cuivre est utilisé comme matière première dans la fabrication des bronzes phosphoreux, c'est là sa seule application.

Alliages de cuivre et de silicium. — **ÉTUDE THÉORIQUE.** — M. Vigouroux a donné, dans sa thèse de doctorat sur le silicium et les sili-

ciures métalliques, des détails intéressants sur les alliages de cuivre et de silicium.

Un certain nombre d'essais lui ont permis d'obtenir le composé $SiCu^2$ qui est un corps très dur, très cassant, à l'éclat métallique dont la densité est de 6,9 à la température de 18 degrés.

Nous avons pu, en partant d'un cupro-silicium renfermant 50 % de silicium, déterminer la courbe de fusibilité des alliages à plus faible teneur en silicium. Les résultats que nous avons obtenus sont résumés dans une courbe (fig. 7).

L'examen micrographique montre nettement l'existence d'une solu-

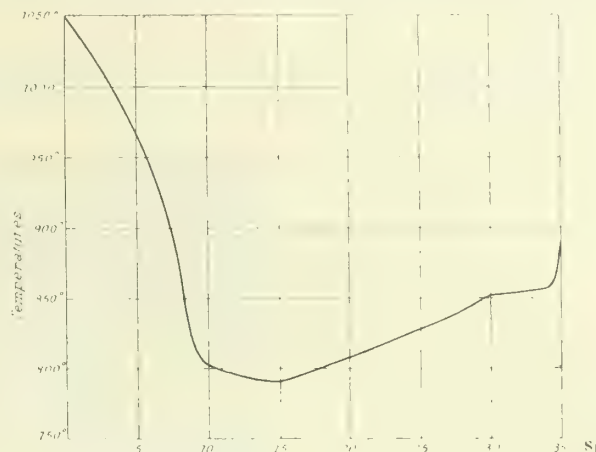


FIG. 7. — Courbe des points de fusion des alliages cuivre-silicium.

tion cuivre-silicium. Vers 25 % de silicium on distingue une combinaison qui apparaît en cristaux très durs légèrement bleutés. Ces cristaux vont en augmentant au fur et à mesure que la teneur en silicium augmente. Il semble donc y avoir une discordance entre la courbe de fusibilité qui indique un eutectique, et la micrographie qui n'en montre pas, du moins après refroidissement lent.

Nous nous sommes demandé si les alliages cuivre-silicium ne subissent pas une transformation postérieure à la solidification. A cet effet, nous avons exécuté sur ces alliages des trempes à des températures se rapprochant de plus en plus du point de solidification. En général, nous n'avons pas observé de transformation. Cependant, l'un des alliages renfermant 7 % de silicium, trempé à l'eau à une température différant de 50 degrés de son point de solidification, nous a donné une microstructure qui est bien celle de l'eutectique.

Il est très probable que le composé défini est celui-là même qui a été isolé par M. Vigouroux.

ÉTUDE INDUSTRIELLE. — Le siliure de cuivre fut préparé pour la première fois, en 1857, par Deville et Caron, qui fondaient du cuivre avec des fluosilicates alcalins. Actuellement, on prépare le siliure

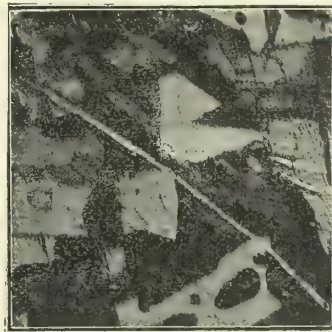


FIG. 8.
Cupro-silicium à 20 % Si.
Grossissement : 200 diamètres.

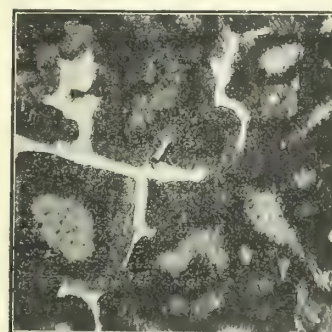


FIG. 9.
Cupro-silicium à 7 % Si.
Grossissement : 400 diamètres.

de cuivre au four électrique comme le ferro-silicium en réduisant la silice par le charbon en présence du cuivre. M. Vigouroux les a préparés en chauffant au four électrique des mélanges de silicium et de cuivre purs. Les types les plus employés renferment : 10 à 15 %, 20 et 35 % de Si. Une usine du Tyrol prépare même un alliage à 50 %.

Les alliages de cuivre et de silicium sont d'autant plus durs et cassants qu'ils renferment plus de silicium. Ce siliure de cuivre est la matière employée dans un certain nombre de fabrications :

- 1° Dans la fabrication d'alliages cuivre-silicium à faible teneur en silicium;
- 2° Dans le raffinage d'un certain nombre d'alliages où le silicium joue, comme nous l'avons déjà expliqué, le rôle de réducteur, notamment des bronzes, des laitons, etc;
- 3° Dans la fabrication des bronzes, des laitons, des bronzes d'aluminium, où l'on a soin de mettre plus de siliure qu'il n'est nécessaire pour épurer le bain.

Les alliages de cuivre-silicium, à faible teneur en silicium, présentent un grand intérêt pour la fabrication des fils téléphoniques, pour les canalisations électriques, etc. Le silicium accroît la résistance sans diminuer sensiblement la conductibilité. De plus, on utilise les alliages cuivre-silicium dans les foyers de locomotives, dans la fabrication des rivets, des câbles, etc.

Les alliages les plus employés sont les suivants :

Cu = 99,98, Si = 0,02; — Cu = 99,95, Si = 0,05;

Cu = 99,90, Si = 0,10; — Cu = 96,5, Si = 3,5.

Au fur et à mesure que la dose de silicium croît, la conductibilité diminue, mais la résistance mécanique augmente.

Alliages de cuivre et de vanadium. — ÉTUDE THÉORIQUE. — L'étude théorique des alliages de cuivre-vanadium est particulièrement délicate et nous sommes loin de l'avoir achevée. Il est néanmoins certain que, tant que la teneur en vanadium est inférieure à 3 %, il y a solution solide. Au delà, ou du moins à partir de 5 % de vanadium, on trouve un constituant très dur, légèrement bleuté, qui se produit au milieu de la solution et qui augmente avec la teneur en vanadium. Les cupro-vanadiums sont préparés par voie aluminothermique.

Le fait le plus intéressant est le suivant : lorsqu'on cherche à préparer un alliage renfermant plus de 13 %, on obtient un culot qui se sépare en deux parties bien nettes : la partie basse, de couleur jaune verdâtre, qui renferme environ 10 % de vanadium, et la partie haute qui est d'un gris d'acier et extrêmement dure, qui semble être un composé défini ou une solution solide.

Nous n'avons pu encore définir quel est ce composé.

ÉTUDE INDUSTRIELLE. — Fabrication. — Les alliages de cuivre et de vanadium sont préparés soit au four électrique, soit par voie aluminothermique.

L'industrie commence à livrer des alliages renfermant depuis 3 % jusqu'à 7 % de vanadium. Ils servent de matières premières pour introduire le vanadium, soit dans le cuivre, soit dans les bronzes ou laitons.

Utilisation. — Les alliages de cuivre et de vanadium ne sont pas encore utilisés, du moins en quantités importantes.

Alliages de cuivre et de chrome. — ÉTUDE THÉORIQUE. — Nous avons étudié les alliages de cuivre et de chrome. Le chrome ne se mélange pas au cuivre. Quelle que soit l'importance de l'un ou de l'autre de ces métaux, on les trouve entièrement séparés. Si le cuivre est en plus grande quantité que le chrome, ce dernier métal forme des paillettes grises que l'on trouve dans la masse métallique et que l'on aperçoit même à l'œil nu. La micrographie les indique après simple polissage. De plus, une attaque par l'acide azotique étendu dissout tout le cuivre et laisse tout le chrome intact.

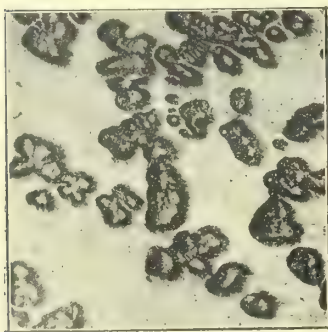


FIG. 11.
Cupro-chrome à 30 % Cr.
Grossissement : 200 diamètres.

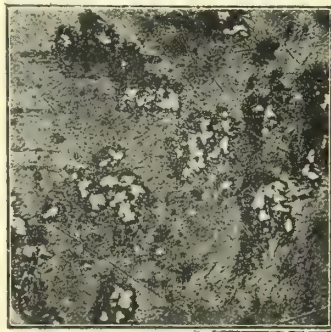


FIG. 12.
Cupro-tungstène à 20 % W.
Grossissement : 50 diamètres.

ÉTUDE INDUSTRIELLE. — On fabrique à l'heure actuelle dans l'industrie des alliages cuivre-chrome, par union directe du chrome aluminothermique au cuivre. Le type courant contient environ :

Cu = 55 %, Cr = 45 %.

Mais ces alliages sont peu homogènes. On a cherché à les utiliser pour faire des bronzes au chrome. Nous avons vu qu'ils n'avaient donné jusqu'ici aucun résultat très intéressant.

Alliages de cuivre et de tungstène. — ÉTUDE THÉORIQUE. — Les alliages de cuivre et de tungstène donnent exactement les mêmes résultats que les alliages cuivre-chrome. L'analyse micrographique accuse du tungstène englobé dans une masse de cuivre.

ÉTUDE INDUSTRIELLE. — On trouve, en Allemagne, des alliages de cuivre et de tungstène qui correspondent à la composition :

Cu = 55 %, W = 45 %.

Comme le cupro-chrome, le cupro-tungstène est peu homogène. Ces alliages ont été essayés concurremment à ceux de cuivre et de chrome et n'ont pas eu plus de succès.

CONCLUSIONS. — L'étude que nous venons de présenter sur les alliages de cuivre montre bien le lien intime qui unit la constitution du produit métallurgique à ses propriétés mécaniques et, par conséquent, à son emploi industriel.

Aussi bien pour les bronzes et les laitons que pour les autres alliages de cuivre, on peut dire que les applications dépendent essentiellement de la nature et de l'importance des différents constituants.

Nous voudrions enfin attirer plus particulièrement l'attention sur deux points qui nous semblent d'une importance industrielle considérable :

1° Les alliages de cuivre et d'étain et ceux de cuivre et d'aluminium voient leurs propriétés changer considérablement par la trempe ;

2° Un très grand nombre d'alliages de cuivre, on peut dire la plupart, sont formés de solutions solides (bronzes mécaniques, laitons industriels, bronze d'aluminium, etc.) ; les propriétés de ces solutions varient d'une façon à peu près continue, et il semble que c'est à ces solutions solides que l'industrie est en droit de demander le plus d'applications ; et c'est là, assurément, l'une des notions les plus importantes à vulgariser.

LÉON GUILLET,
Docteur ès Sciences,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

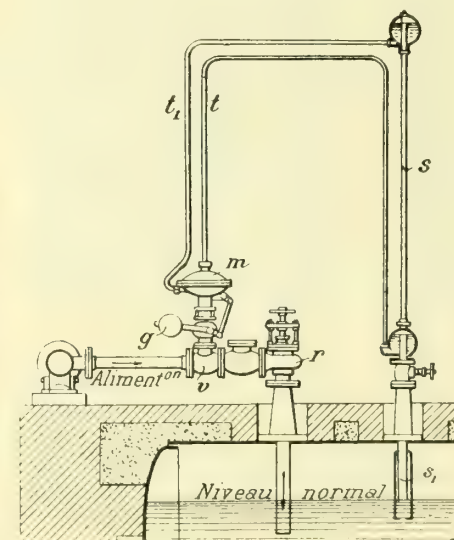
VARIÉTÉS

Régulateur automatique d'alimentation pour chaudières à vapeur, système Hannemann.

La figure ci-dessous représente, d'après la *Zeits. des Ver. deutsch. Ing.*, du 3 juin, le régulateur automatique d'alimentation Hannemann, dont elle montre immédiatement le fonctionnement.

La conduite d'alimentation se termine, au-dessus de la chaudière, par une boîte à clapet *v* et un robinet-vanne *r* ; ce dernier ne fait pas partie de l'appareil proprement dit.

Le clapet *v*, qui ouvre ou ferme le passage à l'eau d'alimentation, est solidaire d'une membrane renfermée dans la boîte *m* et d'un contrepoids *g* qui agit dans le sens opposé, de telle sorte que, si la membrane n'est pas soumise de bas en haut à un excès de pression déterminé, le contrepoids maintient le clapet fermé.



D'autre part, la membrane est soumise, sur chaque face, aux pressions que lui transmettent les petits tubes *t* et *t*₁. La prise de vapeur, qui fonctionne quand le niveau de l'eau dans la chaudière s'abaisse au-dessous de l'orifice du tube de prise, a pour effet de remplir le tube vertical *s*, tantôt de vapeur, tantôt d'eau, suivant que le tube *s*₁ se trouve découvert ou obturé par l'eau. Dans le premier cas, la pression de vapeur transmise par *t*₁ à la face inférieure de la membrane produit le soulèvement du clapet *v* et l'alimentation du générateur ; dans le deuxième cas, le clapet reste fermé.

La simplicité de cet appareil lui a valu déjà, en Allemagne, des applications assez nombreuses, soit pour des générateurs isolés, soit pour l'alimentation collective de batteries comprenant jusqu'à vingt chaudières ; il peut y être adapté quel que soit le moteur ou l'appareil destiné à refouler l'eau dans les chaudières.

Installation d'un rideau de théâtre en amiante.

Le théâtre New Amsterdam de New-York, que le *Génie Civil* a déjà signalé (1) comme réunissant certaines dispositions spéciales pour le mettre à l'épreuve du feu, possède un rideau incombustible en amiante de 12^m 80 de hauteur et de 11^m 60 de largeur.

Ce rideau, qui pèse 450 kilogr., est manœuvré par un treuil à main et guiné à la façon ordinaire, c'est-à-dire qu'il est équilibré par un contrepoids agissant sur le treuil.

Les figures ci-dessous, empruntées à l'*Engineering Record*, du 18 mars, représentent l'ensemble et les détails de son installation.

Les bords du rideau descendent dans des rainures ménagées dans le manteau d'Arlequin (fig. 1, 2 et 3). Comme à l'ordinaire, le rideau

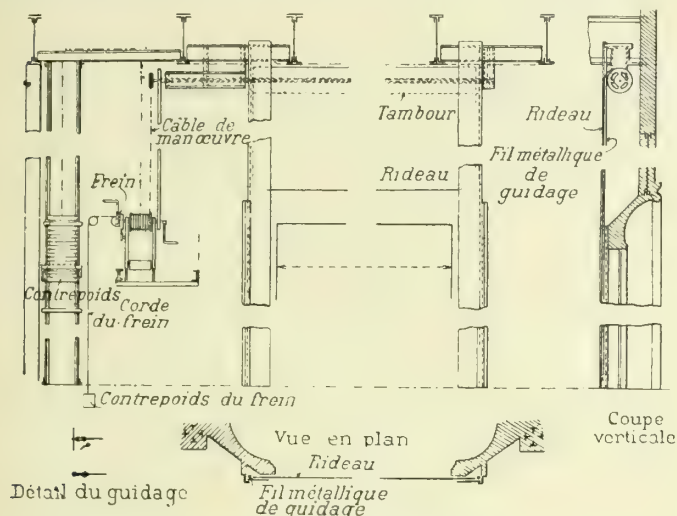


FIG. 1, 2 et 3. — Vue de face, coupe transversale et plan montrant le guindage du rideau.

ne monte que de la hauteur nécessaire pour découvrir la scène, soit 8^m 50, et la partie, qui ne s'enroule pas, est munie, sur les bords, d'anneaux de guidage espacés de 0^m 30 et glissant le long d'un fil métallique vertical très tendu, placé au fond de la rainure.

Le rideau s'enveloppe sur un tambour dont les tourillons sont suspendus aux poutres du cintre. Ce tambour (fig. 4 et 5) est constitué par dix plateaux de fonte dont les moyeux sont assemblés sur un tuyau en fer, formant axe, et boulonnés pour chacun d'eux à des plateaux de bois sur lesquels sont fixées les planches formant la surface latérale du rouleau. Celles-ci sont recouvertes d'une toile et d'un feutre.

Lorsqu'on fit manœuvrer ce rideau pour la première fois, son poids fit fléchir le tambour et coincer ses tourillons; aussi a-t-on dû ins-

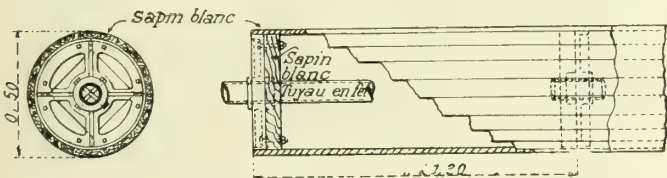
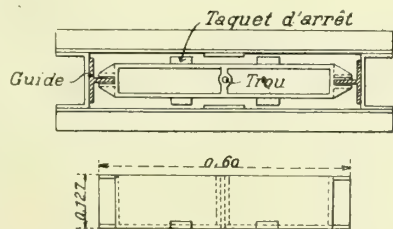


FIG. 4 et 5. — Vues latérale et longitudinale du tambour d'enroulement.

FIG. 6 et 7. — Plan et élévation des boîtes du contrepoids.



taller, entre les tourillons, un système de supports intermédiaires du tambour.

Ce système, non représenté sur les figures, est constitué par une poutre située en arrière du rideau dans un plan vertical passant par l'axe du tambour et au-dessous de ce tambour. Cette poutre, qui n'a que 7 mètres de longueur, est portée à ses deux extrémités par deux leviers dont les points fixes sont suspendus aux poutres du cintre et dont les autres extrémités sont pourvues de contrepoids tendant à faire constamment appuyer la poutre contre le tambour par l'intermédiaire de six galets en forme d'olives de 0^m 30 de longueur et de 0^m 33 de diamètre au centre, recouverts de feutre et placés sur le dessus de la poutre mobile.

Les dix pièces du contrepoids qui agit sur le treuil pour équilibrer

le poids du rideau, quelle que soit sa position, sont des boîtes en fonte (fig. 6 et 7) munies de rainures dans lesquelles s'engagent des fers à T guidant le contrepoids, d'un trou central par où passe le câble (la dernière boîte est fixée au câble) et de taquets variant de position à l'extérieur des boîtes en fonte. Ces taquets butent dans la descente du contrepoids contre des arrêts fixés sur les cornières reliant les fers à T du guidage et arrêtent une boîte chaque fois que le contrepoids est descendu du dixième de sa course. Celui-ci s'allège donc du dixième environ de son poids chaque fois que le rideau est monté du dixième de sa levée.

Le réglage des dix boîtes qui s'est fait à l'aide de surcharges de plomb convenables pour obtenir une descente uniforme en tenant compte des variations de résistances de frottement, a été assez long. Les surcharges ont été déterminées par tâtonnements.

Les contrepoids sont réglés de façon que le rideau tende toujours à descendre. Pour le maintenir à l'arrêt, un frein à contrepoids (fig. 4) agit sur le treuil. En cas d'incendie, il suffit de couper le fil de ce dernier contrepoids et le rideau tombe de lui-même en neuf secondes.

Effets de la pose à chaud sur la qualité initiale des rivets.

Nous reproduisons ci-après *in extenso* une note de M. Ch. FREMONT, présentée par M. Maurice Lévy à l'Académie des Sciences du 3 juillet :

Il est utile, pour l'art de l'Ingénieur, de savoir ce que devient la qualité du métal après qu'il a été façonné en rivets posés à chaud, ainsi qu'il est fait dans la construction des ponts, charpentes, chaudières, etc.

Le métal s'est-il amélioré? est-il resté identique, ou s'est-il détérioré?

Pour élucider cette question, j'ai choisi sept métaux différents, mais répondant aux conditions habituelles de la pratique industrielle : du fer de Suède d'une résistance à la rupture de 33 kilogr. par millimètre carré et six aciers de résistances diverses allant de 35 à 55 kilogr. par millimètre carré.

Dans chacun de ces sept échantillons, j'ai détaché trois morceaux destinés aux essais mécaniques : traction, pliages, statique et dynamique; un de ces trois morceaux a été essayé à l'état vierge, c'est-à-dire tel qu'il a été pris dans la barre sans avoir subi le moindre traitement thermique ou mécanique; un autre morceau a été chauffé dans la forge, à la température de pose habituelle des rivets : 900 à 1000 degrés environ, mais n'a subi aucun traitement mécanique; enfin, le troisième morceau a été façonné en rivet, puis posé à chaud, à la machine, sous une pression de 25 tonnes, puis dérivé complètement pour être ensuite ajusté comme les deux morceaux précédents, en diverses éprouvettes de traction, pliages, etc.

Le tableau suivant donne les résultats de ces essais, et l'on constate que le métal, après avoir subi la contraction mécanique par refroidissement sous traction, s'est sensiblement amélioré.

Les résultats des essais au choc sur barrettes entaillées montrent que la fragilité n'a pas augmenté, l'augmentation de résistance n'est donc pas due à un effet de trempe, comme on pourrait le supposer *a priori*.

Modification de la qualité initiale du fer et de l'acier employés à la fabrication des rivets après que ceux-ci ont été posés à chaud.

Essais de traction.					Choc.
Nature du métal.		Limite	Résistance	Striction	—
		élastique	à la	S — S'	Résistance
		vraie.	rupture.	S	vive.
		kilogr.	kilogr.		kgm.
Fer de Suède.	{ Vierge . .	16,45	33,60	0,55	17
	{ Chauffé. .	16,45	33,60	0,49	19
	{ Dérivé . .	26,00	43,40	0,54	18
Acier doux (qualité marine).	{ Vierge . .	19,50	35,70	0,65	22
	{ Chauffé. .	16,85	35,00	0,63	26
	{ Dérivé . .	26,00	43,40	0,66	24
Acier doux (qualité construction).	{ Vierge . .	23,10	45,50	0,62	6
	{ Chauffé. .	24,00	42,70	0,61	2
	{ Dérivé . .	34,55	55,30	0,59	10
Acier nickel 3 %.	{ Vierge . .	27,50	44,10	0,63	22
	{ Chauffé. .	22,50	42,00	0,65	19
	{ Dérivé . .	40,00	57,40	0,62	27
Acier demi-dur (qualité marine).	{ Vierge . .	24,50	49,00	0,57	6
	{ Chauffé. .	22,50	48,30	0,59	5
	{ Dérivé . .	40,00	65,00	0,59	8
Acier nickel 5 %.	{ Vierge . .	30,00	49,70	0,66	23
	{ Chauffé. .	31,65	49,70	0,64	22
	{ Dérivé . .	53,20	72,80	0,64	29
Acier demi-dur (Allemagne).	{ Vierge . .	30,00	54,60	0,64	10
	{ Chauffé. .	29,00	56,00	0,65	10
	{ Dérivé . .	36,75	63,70	0,61	22

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 19, p. 306.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Société des Ingénieurs civils

Séance du 16 juin 1908.

Présidence de M. L. COISEAU, Président.

I. — M. LE PRÉSIDENT proclame que les prix suivants ont été décernés par la Société :

Le *Prix annuel*, à M. A. TELLIER, pour son mémoire sur les *Canots automobiles à grande vitesse* (1); et à M. J. REY, pour son mémoire sur les *Turbines à vapeur, et notamment les turbines Rateau* (2);

Le *Prix Alphonse Couvreur*, à M. F. ARNODIN, pour ses travaux sur les *Ponts transbordeurs* (3), et spécialement pour son mémoire sur les *Câbles témoins*;

Le *Prix Giffard* n'a pu être décerné et sera prorogé en 1908. MM. A. Loreau et H. Couriot ont été nommés membres de la Commission chargée de déterminer le sujet de concours de ce Prix.

II. — M. Ch. COMPÈRE présente une communication sur les *Applications de la vapeur surchauffée*.

Il rappelle que la surchauffe diminue la consommation de vapeur par la réduction des condensations à l'intérieur du cylindre: on a pu obtenir une consommation de 4^{kg} 49 de vapeur par cheval-heure pour une machine de 300 chevaux marchant en vapeur surchauffée à 300 degrés. Mais il manque souvent l'harmonie nécessaire entre les divers éléments du cycle à vapeur surchauffée: chaudière, machine, surchauffeur et conduites.

Il faudrait d'abord que les études des constructeurs tendent à créer le type de cylindre consommant le moins possible de *vapeur saturée*. Des essais ont été entrepris, en 1904, par la maison Weyher et Richemond, sur une machine monocylindrique ayant marché à vapeur saturée et à vapeur surchauffée; en vapeur saturée, cette machine de 140 chevaux n'a consommé que 6^{kg} 65 à la pression de 7 kilogr.; en vapeur surchauffée, la consommation s'est abaissée à 5^{kg} 865; la vapeur saturée était produite par une chaudière à foyer intérieur amovible et la vapeur surchauffée par une chaudière semitubulaire; le rendement moindre de cette dernière a fait qu'en charbon, la seule consommation intéressante, la dépense a été de 0^{fr} 843 en vapeur saturée et 0^{fr} 902, soit un chiffre supérieur, en vapeur surchauffée; avant de compliquer l'installation par l'addition d'un surchauffeur, il faut donc d'abord choisir un type de chaudière de bon rendement.

M. Compère parle ensuite des surchauffeurs proprement dits qui sont: soit à foyer indépendant, soit montés dans le fourneau même des chaudières. Malgré la dépense de charbon supplémentaire qu'il entraîne, le surchauffeur indépendant bien installé peut amener une réelle économie jointe à l'avantage d'une latitude plus grande dans la surchauffe; avec les autres surchauffeurs, l'installation est connexe de celle de la chaudière et celle-ci doit conserver son rendement.

L'installation des conduites en vapeur surchauffée n'est pas non plus suffisamment étudiée en pratique. Ces conduites sont plus sujettes aux refroidissements extérieurs; elles doivent être aussi courtes que possible, d'un diamètre plus faible qu'en vapeur saturée et être très bien entourées de calorifuge.

M. Compère termine par cette conclusion: dans les grandes installations, la surchauffe s'impose; par contre, si la machine est peu importante, si son régime est très variable et surtout si le personnel n'a pas la compétence voulue, bien souvent l'économie à faire ne vaut pas la peine de compliquer l'installation.

III. — M. A. DE BOVET présente ensuite une communication sur les *Moyens de faire franchir les grandes chutes par les bateaux de navigation intérieure*.

Depuis longtemps, ce problème a donné lieu à de nombreux projets; mais les applications sont encore en petit nombre. La question a été particulièrement étudiée en Autriche en vue de l'exécution des voies de communication entre le bassin du Danube et les fleuves de l'Allemagne du Nord.

Par exemple le canal devant relier le Danube à l'Oder, ayant 265 kilom. de développement, comporterait, avec des hauteurs de chute de 5 mètres,

43 écluses, et avec des hauteurs de chute variant de 15^m 20 à 43^m 50, 7 gradins seulement. A ce sujet, le Gouvernement autrichien avait ouvert un concours international dont le *Génie Civil* a indiqué les conditions et les résultats (1).

Les solutions proposées se classaient ainsi :

1° *Élévateurs divers*. — Ce sont d'abord des dispositifs qui comportent un sas cylindrique flottant à la surface d'un grand puits; ce sas une fois fermé peut, par la manœuvre de compartiments de water-ballast, s'immerger et descendre jusqu'au bas du puits.

Ce sont ensuite des appareils dérivant des grandes roues, portant des sas qui s'équilibrent; les uns effectuent une rotation complète, les autres, rachetant alors une hauteur moindre, une simple oscillation (2).

2° *Ascenseurs verticaux*. — Les projets n'ont guère fait que reproduire en les amplifiant les dispositions déjà connues d'ascenseurs hydrauliques à flotteurs ou funiculaires. Leur adaptation au poids à soulever est facile; il semble, au contraire, bien douteux qu'on puisse pratiquement et sans trop de frais les établir pour des hauteurs notablement plus grandes que celles déjà pratiquées.

3° *Écluses*. — M. de Bovet signale des projets d'écluses à très hautes chutes avec nombreux bassins d'épargne ménagés dans le massif de béton armé qui entoure les sas. Trop coûteuses, s'il s'agit de très grandes hauteurs, ces dispositions semblent pratiques pour des hauteurs dépassant beaucoup ce qu'on a franchi jusqu'ici au moyen d'écluses.

4° *Plans inclinés*. — Éliminant le cas du transport à sec qu'il ne croit pas applicable aux bateaux de navigation intérieure, M. de Bovet rappelle que les plans inclinés peuvent être longitudinaux ou transversaux.

Un tel plan comporte un ensemble à deux voies avec deux chariots dont l'un monte pendant que l'autre descend, mais on renonce à tout équilibrage mécanique, qui sur ces faibles pentes paraît apporter plus de complications que d'avantages. L'indépendance des chariots donne toute facilité pour les manœuvres et la possibilité de ne pas arrêter complètement la circulation en cas d'avarie à l'un des appareils. Les chariots sont actionnés par des moteurs électriques placés sur le chariot même. Le sas descendant est freiné par ses moteurs fonctionnant comme génératrices et fournissant ainsi une récupération de travail qui peut atteindre environ 45 %. On peut marcher par adhérence; mais il semble plus sûr d'avoir des crémaillères. Les chariots sont généralement prévus simplement avec des roues et des ressorts, roues assez nombreuses, circulant sur une voie rigide. Pour maintenir le bateau pendant le transport, on a proposé de placer au fond du sas de gros pneus sur lesquels le bateau serait échoué légèrement.

Comme conclusion, M. de Bovet estime :

1° Qu'il est possible d'employer des écluses jusqu'à des hauteurs qu'on n'a abordées jusqu'ici qu'avec des ascenseurs verticaux, soit de 15 à 18 mètres;

2° Qu'au delà de ces hauteurs, les plans inclinés seuls donnent une solution tout à fait générale, et que, avec des plans en long à faible pente, les projets actuels donnent toute sécurité.

M. QUINETTE DE ROCHEMONT signale, à ce sujet, qu'il est question de doubler par une série d'écluses l'ascenseur de Heinrichsburg, sur le canal de Dortmund à l'Em (3).

En Amérique, lorsqu'on a augmenté les dimensions du canal Erie, on a d'abord pensé à faire des ascenseurs de 17 mètres, mais on y a renoncé pour établir des écluses.

Les plans inclinés n'entraînant pas les mêmes difficultés d'établissement des abords paraissent devoir être employés, lorsque la hauteur de chute est considérable. Jusqu'à présent ce n'est guère que pour des bateaux de 70 tonnes qu'on en trouve sur le canal Morris, en Amérique, en Allemagne et en Angleterre, mais il n'y a pas de raison pour qu'on n'aille pas beaucoup plus loin.

Quant aux écluses on a admis, pour le canal du Nord des hauteurs de 6^m 80, et, au canal de Saint-Denis, il y a une écluse de 9^m 90. On doit d'ailleurs, pouvoir aller plus loin et arriver à des hauteurs de 15 à 20 mètres.

A. B.

Académie des Sciences

Séance du 3 juillet 1908.

L'Académie procède à l'élection, dans la section de Physique, d'un membre en remplacement de M. A. Potier, décédé.

Au premier tour de scrutin, M. P. Curie est élu par 29 voix contre 22 à M. Gernez.

Chimie minérale. — I. — *Préparations de composés binaires des métaux par aluminothermie*. Note de M. A. COLANI, présentée par M. A. DITTE.

On obtient des composés binaires de l'aluminium en enflammant un mélange d'aluminium en poudre et de soufre ou de phosphore. L'auteur a cherché à généraliser ces préparations en réduisant par l'aluminium un oxyde métallique en présence d'un métalloïde.

Il tasse, dans un creuset brasqué à la magnésie, le mélange intime et parfaitement desséché d'oxyde et d'aluminium en proportions théoriques et du métalloïde qui doit être en excès s'il est volatil. On enflamme avec une cartouche de magnésium. La réaction est souvent très vive. Pour que la préparation soit réussie, il faut que la masse parfaitement fondue se soit séparée en deux couches, l'une d'alumine et l'autre du produit cherché.

On peut remplacer le métalloïde par son oxyde et le réduire par l'aluminium en même temps que l'oxyde métallique; c'est le cas de l'arsenic ou de l'antimoine si la chaleur dégagée par la réaction de l'aluminium sur l'oxyde métallique est insuffisante pour fondre la masse; dans le cas du silicium ou du bore, la méthode dispense de la préparation de ces métalloïdes. On peut ajouter aux corps une quantité convenable d'oxydes de cuivre ou d'étain; leur réduction par l'aluminium ayant lieu avec un très grand dégagement de chaleur, on peut avoir des effets calorifiques comparables à ceux du four électrique. De plus, le cuivre et l'étain dissolvent un grand nombre de composés binaires des métaux et en facilitent la cristallisation; on les isole ensuite par un traitement aux acides.

M. Colani cite plusieurs exemples montrant les avantages et les inconvénients de la méthode. Ces exemples font voir que l'aluminothermie, ainsi employée, peut être très utile surtout en l'absence de four électrique. En général, cependant, les produits obtenus sont souillés d'un peu d'aluminium et quelquefois de fer. Il faut en outre d'assez longs tâtonnements pour arriver à de bonnes fusions.

II. — *Constitution et propriétés des aciers à l'aluminium*. Note de M. LÉON GUILLET, présentée par M. DITTE.

M. Hadfield a montré que la malléabilité des aciers à l'aluminium cesse à environ Al = 5,6 % et que les allongements commencent à baisser à partir de 1,5 %. M. Osmond a montré que des aciers à Al = 5 % ne présentent plus le point de transformation A 3.

M. L. Guillet, qui a déjà publié dans le *Génie Civil* (1) d'intéressantes recherches sur les alliages d'aluminium, a fait les nouvelles constatations suivantes :

Les aciers contenant jusqu'à 1 % d'aluminium présentent de la perlite, qui paraît plus compacte et semble se colorer plus rapidement sous l'influence de l'acide picrique que celle des aciers ordinaires et qui a, à certains points de vue, les caractères de la sorbite; à 15 % l'acier n'est plus attaqué par l'acide picrique. L'eau régale fait apparaître des points blancs peu nets de cémentite qui se colorent en noir par le pierate de soude.

Pour les aciers carburés à C = 0,800, la perlite est assez nette jusqu'à environ 0,5 % d'aluminium; dès 1 %, elle devient compacte, puis le phénomène s'accroît; à 10 % d'aluminium, la cémentite apparaît en petits grains; à 15 %, elle est en quantités importantes.

Les essais mécaniques ont montré que l'aluminium a peu d'influence sur les propriétés mécaniques, tant qu'il ne dépasse pas 3 %. A 7 % les aciers sont extrêmement fragiles.

Lorsqu'on trempe un acier à une température quelconque, supérieure à 850 degrés, on obtient une martensite qui occupe strictement la même place que la perlite qui existait dans l'acier non trempé. La solution fer-aluminium n'est donc pas susceptible de dissoudre le carbone. Pour les aciers qui présentent de la cémentite, l'influence de la trempe est d'autant plus grande que la température est plus élevée; tandis que vers 950 degrés on n'obtient que de la troostite, à 1 000 degrés, on obtient de la martensite.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 25, p. 444.(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 22, p. 354.(3) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, nos 3 et 4, et t. XLVI, nos 44 et 46.(4) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 43, p. 208, et t. XLV, n° 1, p. 72.(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 40, p. 450.(3) Voir le *Génie Civil*, t. XXXV, n° 23, p. 369.(4) Voir le *Génie Civil*, t. XLI, nos 23 à 26.

L'action de la trempe, au point de vue des propriétés mécaniques, est en correspondance avec la micrographie. Dans aucun cas, le recuit d'un acier à l'aluminium n'a donné de graphite, ce qui semble en contradiction avec les résultats obtenus sur les fontes.

Lorsqu'on cherche à cémenter un acier contenant plus de 50 % d'aluminium, on a une pénétration extraordinairement lente; de plus, il se forme de la cémentite et non de la perlite.

En résumé, ces essais montrent que l'aluminium n'a pas d'action importante sur les propriétés mécaniques des aciers tant qu'il est en quantité inférieure à 2 %. Jusqu'à 15 %, l'aluminium entre en solution dans le fer; la solution fer-aluminium ainsi formée ne dissout pas le carbone, ce qui explique la fragilité de certains aciers.

Géologie. — I. — *Sur la découverte de la houille en Meurthe-et-Moselle.* Note de M. René NICKLÈS, présentée par M. R. Zeiller.

Une couche de houille de 2^e 65 a été officiellement constatée, le lundi 26 juin 1905, dans le sondage entrepris à Abaucourt, près Nomeny (Meurthe-et-Moselle). Le toit de la couche est à 896 mètres de profondeur au-dessous de l'orifice du sondage. Les premiers résultats de l'analyse chimique de la houille extraite ont donné 3,57 % de cendres et 41 % environ de matières volatiles, composition présentant beaucoup d'analogie avec celles des houilles à gaz (*Flammkohlengruppe*) de Saarbrück.

Ce sondage, commencé le 8 décembre 1904, a son orifice à l'altitude de 189 mètres; il a pénétré dans le primaire à la profondeur de 830 mètres, soit 641 mètres au-dessous du niveau de la mer. Les terrains traversés entre le toit du primaire et la couche de houille sont : une quarantaine de mètres de schistes argileux rouge brun foncé et gris verdâtre surmontant 3 ou 4 mètres de grès fins micacés; au-dessous, une vingtaine de mètres de schistes gréseux gris foncé à empreintes végétales; à leur base, la houille et, au-dessus, des schistes argileux. L'emplacement de ce sondage avait été déterminé, en principe, dès le mois de juillet 1904, comme étant à peu près au sommet d'une saillie des terrains secondaires.

Le sondage de Laborde, situé à vol d'oiseau à 3 kilom. de celui d'Abaucourt, est sur la retombée ouest de cette saillie; commencé le 24 novembre 1904, il a atteint la surface arasée du primaire à 859 mètres de profondeur, soit 666 mètres au-dessous du niveau de la mer, la cote d'orifice du sondage étant de 193 mètres. Après avoir traversé d'abord des schistes argileux rouge brun foncé et gris verdâtre, puis une trentaine de mètres de conglomérats, il a rencontré, à 993 mètres de profondeur, une petite couche de houille de 20 centimètres d'épaisseur, qui a été constatée le 3 juin 1905.

Si les indications fournies par les plissements posthumes ne sont pas faussées dans cette région par des accidents imprévus, on serait à Laborde dans un niveau un peu supérieur à celui d'Abaucourt, ce qui peut donner l'espoir d'atteindre en profondeur la couche d'Abaucourt, si elle se prolonge jusque-là.

II. — *Observations relatives à la note précédente de M. Nicklès*, par M. R. ZEILLER.

L'examen des empreintes végétales fait par l'auteur le conduit aux conclusions suivantes :

Le conglomérat traversé à Laborde paraît assimilable au *Holzkonglomerat* situé au-dessous ou tout au moins à l'extrême base de l'étage d'Ottweiler et on est fondé à penser que la belle couche découverte à Abaucourt appartient au faisceau des *obere Flammkohlen*. Il y a une différence très notable de niveau par rapport aux sondages d'Éply, de Pont-à-Mousson, de Lesménils et d'Atton (1), situés au nord de la faille, les couches traversées dans ces sondages ne renfermant que des espèces westphaliennes sans aucun mélange de formes stéphanienues et paraissant pouvoir être assimilées, avec assez de vraisemblance, à la zone intermédiaire entre le faisceau inférieur de charbons à gaz (*liegende Flammkohlen*) et le faisceau des charbons gras (*Fettkohlengruppe*) situé à la base de la formation houillère de Saarbrück.

Métallurgie. — *Modification de la qualité initiale du fer et de l'acier employés à la fabrication des rivets après que ceux-ci ont été posés à chaud.* Note de M. Ch. FREMONT, présentée par M. Maurice Lévy.

Le compte rendu *in extenso* de cette note est donné page 189, dans le présent numéro.

Pathologie végétale. — *Sur la cause du dépérissement des vignes de la Tunisie, de l'Algérie et du Midi de la France.* Note de M. L. RAVAZ, présentée par M. Prillieux.

Cette année, les vignes de la Tunisie, de l'Algérie et du Midi de la France ont présenté de nombreux cas de dépérissement, qui ont causé quelque inquiétude chez les viticulteurs. Les souches atteintes sont isolées ou groupées sur des étendues plus ou moins considérables; mais, même dans les taches les plus régulières, il y a toujours, encadrés par des ceps morts ou mourants, d'autres ceps entièrement sains et d'autant plus vigoureux que les souches mortes sont plus nombreuses autour d'eux.

L'année dernière, toutes ces vignes, même celles qui ont succombé, étaient fort belles; mais, avant, pendant et après la vendange, les feuilles des souches actuellement très affaiblies prirent une teinte rouge brun; beaucoup se desséchèrent et la défeuillaison eut lieu hâtivement. Les grappes, toujours très nombreuses, ne purent arriver à maturité : leurs grains, restés petits, ne donnèrent que peu de moût et un vin peu coloré et de faible degré alcoolique.

Toutes les vignes, vigoureuses et saines, ont leurs racines entremêlées à celles des souches mortes et mourantes, ce qui exclut l'intervention d'un parasite quelconque. En 1904, elles ont peu ou pas fructifié, tandis que les autres ont donné beaucoup de fruits. Enfin, comme on a pu reproduire les dépérissements, à tous les degrés, simplement en augmentant la production par une taille plus généreuse, il faut convenir qu'ils ont pour cause unique la *surfructification*, qui d'ailleurs a été générale en 1904.

Le remède est simple : taille courte, enlèvement des grappes en excès, fumure copieuse et, quand c'est possible, arrosages pendant l'été.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

Essais d'une voiture automotrice à vapeur, système Purrey, sur les chemins de fer de la Rete Sicula (Italie). — Dans le but d'augmenter le nombre des trains sur certaines lignes fréquentées et d'accélérer le service des voyageurs et des messageries sur d'autres à faible trafic, la Compagnie de la Rete Sicula s'est proposé d'employer des voitures automotrices et a fait subir une série d'essais à une automotrice à vapeur construite par la maison Purrey, de Bordeaux (1). Le *Giornale del Genio Civile*, de janvier 1905, donne le compte rendu de ces essais sur des lignes à profils variés.

La voiture devait satisfaire aux conditions suivantes :

1° Complètement chargée, elle devait pouvoir remorquer, en palier, à la vitesse de 60 kilom. à l'heure, une voiture dont le poids est de 12 tonnes à vide et de 15¹/₂ en charge;

2° Avec la même remorque, la vitesse de 30 kilom. devait être maintenue sur de longues rampes pouvant atteindre 25 ‰;

3° L'automotrice, approvisionnée et chargée, ne devait pas peser plus de 24 tonnes, réparties également sur deux essieux; les provisions d'eau et de charbon devaient être suffisantes pour franchir 60 kilom., en palier, dans les conditions énoncées.

La voiture présentée se composait de l'appareil moteur avec cabine à l'avant pour le mécanicien, de cinq compartiments de voyageurs assis, d'un compartiment pour douze places debout et d'un espace de communication avec la remorque; le poids avec les provisions d'eau et de charbon était de 20¹/₂ t.

Après avoir donné les consommations d'eau et de charbon, les relevés des pressions aux diverses allures et la puissance d'évaporation, les ingénieurs chargés des essais exposent, dans leur étude, les conclusions qu'on en peut tirer. Nous mentionnerons les plus importantes.

L'automotrice essayée se prête bien à un service

rapide de voyageurs sur des lignes dont les rampes ne dépassent pas 12 ‰; en y remorquant une voiture à 50 places toutes occupées par des voyageurs avec bagages, on peut maintenir une vitesse de 45-70 kilom. La consommation de charbon, quand les descentes compensent les montées, est environ de 3 kilogr. par kilomètre, celle de l'eau, 20 litres.

Les provisions de charbon et d'eau sont trop justes pour franchir 60 kilom.; il ne faut compter, en service régulier, que sur 45-50 kilomètres.

Sur les lignes à fortes rampes, la puissance de l'automotrice est insuffisante; si les déclivités sont de 25 ‰, on ne peut, pratiquement, remorquer une voiture pesant plus de 6 à 7 tonnes; si elles atteignent 30 ‰, on doit faire le service sans remorque.

Avec les éléments recueillis au cours des essais, les rapporteurs calculent la puissance développée par le moteur, et la consommation de charbon par cheval-heure. La puissance maximum développée en cours de route fut de 114 chevaux; la consommation moyenne de charbon, 2¹/₂ 5 par cheval-heure.

Le rapport se termine par un examen détaillé de tous les organes de l'automotrice et par l'énumération motivée des modifications à lui faire subir en vue des services qu'elle est appelée à assurer sur le réseau.

HYDRAULIQUE

Enduit protecteur pour les conduites d'eau. — Chargé de la pose et de l'entretien de canalisations d'eau importantes, M. F. W. CAPPELLEN a fait des essais comparatifs avec divers enduits, notamment le « mineral asphalt rubber »; le résultat de ces essais a fait l'objet d'un mémoire présenté à l'American Water-Works Association, que rapporte l'*Engineering News*, du 25 mai.

Les expériences sont de deux ordres : les unes consistent en essais des divers enduits soumis aux mêmes conditions, les autres en inspections d'une canalisation enduite avec le mineral asphalt rubber. Des tuyaux d'un même lot, enduits avec les produits à comparer, ont été exposés pendant une année à l'air; pendant une deuxième année, ils ont été plongés dans l'eau de la ville, et pendant une troisième année, dans un égout collecteur. Avant d'être placés dans un nouveau milieu, les tuyaux étaient examinés chaque fois avec soin et les défauts observés étaient notés. La pose de 104 kilom. de tuyaux en acier de 1^e 270 de diamètre pour la distribution d'eau de Minneapolis permit, en outre, d'observer, à divers titres et sur une grande échelle, la valeur du nouvel enduit.

Pour poser l'enduit, les tuyaux, préalablement bien nettoyés, sont chauffés à 150 degrés et immergés dans des réservoirs contenant le produit maintenu à 150 degrés.

On constata d'abord que les chocs et trépidations que ces tuyaux subirent pendant leur transport en chemin de fer et sur routes, au cours des différents transbordements et de leur mise en place, ne détériorèrent pas sensiblement l'enduit. Trois ans après la pose, en 1900, tout l'intérieur de la canalisation fut examiné : l'aspect général était aussi satisfaisant qu'au début; une portion détachée autour d'un rivet fut trouvée aussi brillante et aussi élastique qu'au jour de la pose. De même, en 1903 et 1904, des tuyaux découverts, qui avaient été placés dans des terrains de natures très différentes (sable, argile et sol marécageux), ne présentèrent aucun défaut.

Les analyses du mineral asphalt rubber permettent de lui assigner la composition moyenne suivante :

Carbures saturés solubles dans l'éther (pétrolène) . . .	63,31
Carbures solubles dans le chloroforme (asphaltène) . . .	33,74
TOTAL des matières bitumineuses . . .	99,02
Coke et matières organiques . . .	0,81
Cendres (produits minéraux) . . .	0,17
TOTAL . . .	100,00

La forte proportion de matières bitumineuses permet sans doute d'expliquer la supériorité qu'a ce produit sur les autres enduits, lesquels n'en contiennent généralement que 57 à 83 %.

Les résultats observés à Oronto (Canada), sur des tuyaux de 1^e 90 de diamètre, confirment ceux de M. Cappellen.

L'auteur insiste sur deux précautions indispensables si l'on veut éviter tout mécompte : 1° avant d'immerger les tuyaux dans le bain, il faut les nettoyer soigneusement au sable; 2° l'enduit employé doit être aussi consistant que possible.

(1) Voir dans le *Genie Civil*, t. XLII, n° 18, et t. XLIV, n° 23, la description des voitures de cette maison employées en France.

(4) Voir le *Genie Civil*, t. XLVI, n° 23, p. 375.

MÉCANIQUE

Rapidité de mise en marche des turbines à vapeur. — M. A. S. MANN a fait à l'American Society of Mechanical Engineers une communication relative à la comparaison des turbines à vapeur et des machines à piston, au point de vue de la rapidité de mise en marche.

L'Electrical Review (Londres), du 28 juin, reproduit cette communication.

L'auteur cite le cas d'une station pourvue de trois turbo-alternateurs Curtis de 1500 kilowatts, et appelée fréquemment à servir de secours, dans un temps aussi réduit que possible, à une usine hydraulique.

Les chaudières, employées à d'autres usages, restent constamment en pression; elles sont pourvues de souffleries permettant de forcer rapidement l'allure.

A un signal donné, les hommes, dont chacun a son rôle déterminé à l'avance, mettent en marche simultanément les appareils auxiliaires, puis la vapeur est mise sur la turbine, sans qu'elle soit au préalable échauffée. Toute la manœuvre, y compris synchronisation, dure généralement moins de trois minutes, alors qu'une machine à piston demanderait au moins un quart d'heure.

Résultats d'expériences sur le travail au tour. — Les mesures faites jusqu'ici sur le rendement des machines-outils résultent généralement d'expériences entreprises spécialement à cet effet.

Dans l'American Machinist, du 10 juin, M. E. A. SPERRY publie des résultats qui, au contraire, résultent de relevés faits dans un atelier, au cours des travaux ordinaires. Ces résultats sont résumés par une série de courbes qui représentent :

La relation entre la vitesse de coupe et la section enlevée, dans le dégrossissage et le finissage de la fonte grise;

La même relation dans le dégrossissage et le finissage de l'acier;

La même relation dans le surfacage (fortes coupes et finissage) de la fonte grise;

La comparaison de ces résultats avec ceux obtenus dans des expériences faites en Angleterre et en Allemagne (dégrossissage et finissage de la fonte grise et de l'acier).

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Chauffage des locaux par circulation d'air chaud. — Les Américains désignent ce mode de chauffage sous le nom de chauffage indirect parce que la vapeur ou l'eau chaude, ne transmettent pas directement leur chaleur dans les locaux mêmes qu'il s'agit de chauffer, mais à de l'air qui sert d'intermédiaire entre les surfaces de chauffe et les espaces à chauffer. Ce système peut être comparé à celui du chauffage direct à air chaud dans lequel les surfaces de chauffe seraient constituées par des appareils à vapeur ou à eau chaude. Il a l'avantage, sur celui-ci, de rester hygiénique malgré un fonctionnement défectueux.

Dans l'Engineering Record, du 27 mai, M. Konrad MEIER décrit ces divers systèmes de chauffage indirect, montre les avantages de chacun d'eux et développe les calculs des divers éléments qui les composent.

Les diverses installations utilisant ce système se ramènent à trois types : 1° le même air circule indéfiniment; 2° l'air s'échappe librement; 3° le chauffage est combiné avec la ventilation.

Le premier type est construit uniquement en vue du chauffage; c'est le même air qui circule toujours, se refroidit dans les locaux et se réchauffe sur les surfaces à vapeur ou à eau chaude.

Dans le deuxième, l'air arrivé de l'extérieur se chauffe sur les batteries, passe dans les locaux et s'échappe dans l'atmosphère; la ventilation est secondaire, elle est déterminée par les besoins de chaleur.

Le troisième système combine les besoins de la ventilation et ceux du chauffage; des by-pass sont prévus et permettent l'arrivée directe d'air frais venant de l'extérieur quand la température des locaux n'exige pas d'appel d'air chauffé.

L'auteur énumère les précautions et les mesures qui doivent être prises pour retirer du chauffage indirect tous les avantages qu'il offre théoriquement. Les calculs doivent être faits scrupuleusement d'après les lois qui régissent les échanges de chaleur et non d'après des données empiriques. La visite et le nettoyage doivent être faciles, l'air extérieur doit être dépouillé de ses poussières avant d'arriver sur les surfaces de chauffe.

L'auteur insiste spécialement sur la nécessité de l'humidité qui doit être incorporée à l'air; la sécheresse de l'air le rend non seulement d'une respiration pénible mais facilite l'entraînement des poussières qui ont pu se déposer sur les batteries de chauffe. L'examen des divers moyens d'humidification et de régulation de la température appropriés aux batteries à vapeur et à eau chaude termine cette étude.

TRAMWAYS

Tramway électrique à courant alternatif simple, de Murnau à Oberammergau (Bavière). — Les Mitteil. für die Förd. des Lokalbahnw., de juin, donnent quelques renseignements sur l'exploitation de la ligne à courant alternatif simple, équipée par la maison Siemens-Schuckert, qui relie Murnau à Oberammergau (23 kilomètres).

La station hydro-électrique fournit à la fois du courant triphasé pour l'éclairage de la région et de l'alternatif à 5000 volts pour le tramway qui est alimenté directement. La chute de tension d'un bout à l'autre de la ligne est de 6 %.

Il se produit souvent, dans cette région, de forts orages en été et des tempêtes de neige en hiver; la température descend à — 30 degrés. Aussi la ligne aérienne a dû être construite très solidement.

Le courant est amené à la voiture par une prise de contact appuyée sur le fil par la pression d'un piston à air comprimé. Après avoir traversé des parafoudres et interrupteurs, il arrive à un transformateur à circulation d'huile, placé sous le châssis, qui réduit la tension à 260 volts, tension sous laquelle fonctionnent les deux moteurs de 80 chevaux constamment couplés en parallèle.

Ces moteurs à collecteur ont 10 pôles et sont bobinés spécialement pour éviter les étincelles au collecteur à toutes les vitesses.

Le disjoncteur automatique, placé sous la voiture, est commandé par deux solénoïdes dont l'un correspond à une petite batterie qui le met en action quand le contrôleur est mis sur le premier cran; l'autre est parcouru par le courant primaire et produit le déclenchement quand l'intensité devient excessive.

Le rôle du contrôleur, dont les crans sont reliés à différentes sections du transformateur, est de graduer les tensions secondaires auxquelles sont soumis les moteurs (260 volts au maximum).

Il existe en outre des inverseurs pour les deux sens de marche; un cran spécial de ces appareils correspond à la prise directe de courant à basse tension sur les fils aériens des dépôts, où l'on a jugé prudent de ne pas faire arriver le courant à 5000 volts.

La voiture avec une remorque (au total environ 25 tonnes) fait normalement 40 kilom. à l'heure.

Revue des principales publications techniques.

Traité complet de la fabrication des bières, par G. MOREAU et Lucien LÉVY, professeurs à l'École Nationale des Industries agricoles de Douai. — Un volume in-8° de 675 pages, avec 173 figures et 5 planches hors texte. — Béranger, éditeur, Paris, 1905. — Prix : relié, 25 francs.

Il est probable que l'usage d'une boisson faite avec des céréales remonte à des âges très reculés chez les peuples les plus divers; beaucoup d'écrivains de l'antiquité en parlent, et on sait que les Chinois fabriquent avec le riz, de temps immémorial, une boisson alcoolique. En France, particulièrement, la bière a toujours été en usage, avant même la conquête romaine. Sa fabrication est restée empirique jusqu'au siècle dernier, où les savants Lavoisier, Thénard, Gay-Lussac, puis Payen, Dubrunfaut, et surtout Pasteur, ont mis en lumière les conditions scientifiques qui régissent la fermentation des grains et dont l'observation s'impose en vue d'améliorer les qualités de la bière.

D'après une statistique citée par MM. Moreau et Lévy, en face de 130 millions d'hectolitres de vin, la production annuelle mondiale de la bière serait de 235 millions d'hectolitres, sortant de 42 000 brasseries (dont 3 360 en France, avec 10 900 000 hectolitres).

Les auteurs ont fait précéder l'étude technique de la brasserie, d'une revue statistique et législative concernant chaque pays, avec un chapitre spécialement développé relatif à la production et à la légis-

lation en France. Ils abordent ensuite l'étude des matières premières : l'eau, le houblon et l'orge; pour ces deux dernières, ils passent en revue la culture, les maladies, les soins à donner, le choix des marchandises, les habitudes du commerce, les analyses chimiques, etc. La deuxième partie de l'ouvrage est relative au maltage : physiologie de la germination; technique du maltage : lavage, trempage, mouture, malting ordinaire et pneumatique; chimie de la germination; touraillage; prix de revient et conservation du malt; analyses et échantillonnages; enfin, installation d'une malterie et indications sur les succédanés du malt. La troisième partie concerne les levures, leur rôle, leur reproduction, leur entretien, leur classification, leur sélection et leur culture. Les moisissures et bactéries sont également étudiées.

La dernière partie, la plus importante, traite de la fabrication proprement dite : brassage (théorie du brassage, concassage du malt, appareils et opérations de brassage); cuisson et refroidissement du moût, entonnement et fermentation des bières; maladies et falsifications de la bière; installation générale d'une brasserie.

Habitations à bon marché. Éléments de construction moderne, par G. FRANCHE, Ingénieur-architecte. — Un volume in-8° de 514 pages, avec 614 figures. — V^e Dunod, éditeur, Paris, 1905. — Prix : broché, 9 francs; relié, 10 fr. 25.

C'est vers 1852, à Mulhouse, que la première tentative importante pour améliorer les habitations ouvrières fut faite par Jean Dollfus qui, avec d'autres industriels, fonda la Société mulhousienne des Cités ouvrières, pour édifier des maisons groupées par quatre, avec jardins, et pour les louer avec promesse de vente réalisée au bout de quinze à vingt ans.

Depuis lors, des fondations analogues ont pris naissance dans un grand nombre de villes, en France, en Allemagne, en Belgique, en Angleterre, etc. Le Génie Civil a signalé à maintes reprises leurs efforts et leurs succès (1).

Après avoir rappelé leur grande utilité au point de vue de l'hygiène matérielle et morale, et signalé l'appui que peuvent donner aujourd'hui à cette œuvre l'État et les institutions de crédit, publiques ou privées, M. Franche passe en revue, dans une série de monographies, la plupart des groupes de maisons ouvrières construits en France, puis il donne les documents administratifs qui les concernent, avec des modèles de statuts de Sociétés à fonder pour cet objet.

Le reste de l'ouvrage est consacré aux éléments de construction moderne, étudiés plus spécialement au point de vue de la construction des maisons ouvrières. Tous les matériaux utilisés dans les bâtiments sont l'objet d'un paragraphe précisant leurs propriétés et leur emploi. Ensuite, viennent des chapitres relatifs à la construction proprement dite : terrasse, maçonnerie, charpente, menuiserie, couverture, serrurerie, plomberie, peinture.

Les règlements sanitaires et de voirie de la ville de Paris sont donnés en annexe, *in extenso*.

Le Vanadium, par P. NICOLARDOT, Capitaine d'artillerie, Directeur du Laboratoire de chimie à la Section technique de l'Artillerie. (Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.) — Un volume petit in-8° de 175 pages. — Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1905. — Prix : broché, 2 fr. 50; relié, 3 francs.

L'auteur rappelle, dans le premier chapitre, les circonstances curieuses qui accompagnèrent la découverte du vanadium, métal hier encore des plus rares; dans le second, les recherches qui ont permis d'établir sa diffusion terrestre et cosmique. La théorie de M. Ditte sur la formation des vanadates naturels, l'exploitation ancienne et actuelle des divers minerais de vanadium, les usages divers de ce métal et son emploi en métallurgie; l'histoire de la préparation du métal pur et de ses alliages, et la description de ses principales propriétés, viennent ensuite.

(1) Voir le Génie Civil, t. XXI, n° 4; t. XXII, n° 20; t. XXIV, n° 24, t. XXVII, n° 26; t. XXX, n° 22, et t. XLV, n° 16.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Expositions** : L'Exposition internationale de Liège, p. 193; L. RAMAKERS. — **Travaux publics** : Wharf pour l'embarquement rapide des charbons, à Baltimore (États-Unis) (*planche XII*), p. 198. — **Résistance des matériaux** : L'accident du pont Maximilien, à Munich, p. 200. — **Navigation** : Procédés acoustiques pour le sondage et la transmission des signaux à bord des navires, p. 202; Ch. DANTIN. — **Variétés** : La sécurité à bord des sous-marins, p. 203; — Les nouvelles locomotives express des chemins de fer de l'État bavarois, p. 204; — Essais divers sur les ciments

de Portland, p. 205; — École Centrale des Arts et Manufactures. Liste, par ordre de mérite, des élèves ayant obtenu le Diplôme d'Ingénieur des Arts et Manufactures ou le Certificat de capacité, p. 205.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Académie des Sciences (10 juillet 1905), p. 206.

BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 206; — Ouvrages récemment parus, p. 208.

Planche XII : Wharf pour l'embarquement rapide des charbons, à Baltimore (États-Unis).

EXPOSITIONS

L'EXPOSITION INTERNATIONALE DE LIÈGE

Le *Génie Civil* a déjà donné ⁽¹⁾ quelques indications générales sur l'Exposition de Liège et fait entrevoir toute son importance. Cette Exposition, à laquelle la France participe si largement, est la plus vaste qui ait été entreprise en Belgique et si, malgré son caractère de manifestation industrielle, elle ne marque pas une étape mémorable dans l'évolution de l'industrie, comme ce fut le cas pour celle de Düsseldorf ⁽²⁾, elle affirme néanmoins le grand essor économique de la nation belge.

La section du Jardin d'Acclimatation ou du Parc de la Boverie, située entre la dérivation de l'Ourthe et la Meuse, comprend un grand nombre d'élégants pavillons.

Sur la rive gauche de la Meuse se trouve la section de Fragnée, consacrée aux attractions et aux sports.

Enfin, dans la pointe qui existe au confluent de l'Ourthe et de la Meuse, a été installée également une série d'attractions dont les sujets sont empruntés à l'histoire du pays de Liège.

HALLS DE L'INDUSTRIE ET DU COMMERCE. — Les principaux bâtiments de l'Exposition, c'est-à-dire les Halls de l'Industrie et du Commerce, se trouvent au quartier des Vennes (fig. 2).

Ils couvrent une superficie d'environ 100 000 mètres carrés, et sont



FIG. 1. — EXPOSITION UNIVERSELLE DE LIÈGE : Vue d'ensemble des Halls du Commerce et de l'Industrie.

Ainsi qu'on l'a vu d'après les plans déjà donnés dans notre précédent article, et comme le montre également la figure 2, l'Exposition de Liège est très agréablement située sur les bords de la Meuse et de l'Ourthe. Elle comprend quatre parties bien distinctes séparées les unes des autres par les deux rivières.

Celle qui est de beaucoup la plus importante, et qui comprend les Halls de l'Industrie et du Commerce, est située sur la rive droite de l'Ourthe et porte le nom de section de Vennes.

coupés à peu près par le milieu par la ligne de chemin de fer du Nord belge qui y fait arrêt. Leur façade principale, entièrement construite en bois et staff, flanquée de deux pylônes dont l'un sert à la télégraphie sans fil, se caractérise par une entrée monumentale « modern style » constituée par une imposante coupole encadrée de quatre colonnes et surmontée d'un motif rectangulaire ajouré, couronné de statues (fig. 1 et 3). Les dimensions colossales de cette façade originale, due à MM. les architectes Soubre et Hasse, attestent l'importance que les organisateurs ont voulu donner à cette section de l'Exposition, qui comprend la plupart des participations étrangères et les galeries des machines.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 23, p. 369.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLI, n° 46, p. 243, et n° 24, p. 325.

Galleries des Machines. — Ces galeries occupent, avec les chaudières, gazogènes et matériel de chemin de fer, une superficie d'environ 30 000 mètres carrés, dont plus de moitié pour la Belgique, un sixième pour la France et un peu moins pour l'Allemagne.

Indépendamment de cette surface, les groupes de la Mécanique, de l'Électricité, des Mines et de la Métallurgie, occupent dans les Halls de l'Industrie une surface d'environ 5 000 mètres carrés.

La Galerie des Machines est desservie par huit ponts roulants, dont quatre de 25 mètres de portée et 30 tonnes de puissance et quatre moins importants.

Les quatre premiers ont été construits par la Société Cockerill, la Société le Titan Anversois, la Compagnie Internationale d'Électricité et la Société Stuckenholtz, et les quatre autres, par la Société Gilain, la Société Cockerill, M. Gustin fils et la Société Westinghouse.

La participation belge est naturellement la plus importante. La Société Cockerill expose une machine réversible à triple expansion de 10 000 chevaux, destinée à actionner un laminoir à grosses poutrelles et rails d'acier : plusieurs moteurs à double effet pour gaz de ville, gaz pauvre et gaz de haut fourneau : une locomotive et un arbre de navire de 50 mètres de longueur (l'arbre exposé par Krupp, à Düsseldorf, n'avait que 45 mètres).

La Société « La Meuse », à Liège, présente une machine d'extraction à soupapes, de 1500 chevaux, à détente variable par le régulateur, avec distribution Timmermans par soupapes avec déclic ; un compresseur d'air compound, etc.

La Société Gilain, à Tirlemont, a installé une machine d'extraction presque identique à celle de la Société « La Meuse », mais calculée en vue d'une extraction plus importante et munie d'appareils de sécurité originaux.

Parmi les autres stands importants, citons encore celui de la Société du Phœnix, de Gand, qui renferme plusieurs moteurs du type Corliss et de la Société Saint-Léonard, à Liège, où se trouvent divers moteurs à gaz du type Koerting, à deux temps, et un grand moteur pour gaz de haut fourneau également à deux temps. La maison Fétu-Defize, de Liège, expose plusieurs moteurs à gaz de ville et à gaz pauvre, et la maison Beer, de Jemeppe, quelques moteurs et compresseurs.

Les groupes électrogènes puissants sont au nombre de six, de 600 à 750 chevaux, dont quatre avec machines à vapeur, un avec moteur à pétrole et un avec moteur à gaz. Trois de ces groupes électrogènes avec moteurs à vapeur ont été commandés par le chemin de fer de l'État belge pour la station centrale de Malines. Les groupes électrogènes de moindre importance sont au nombre d'une vingtaine ; leur puissance varie entre 40 et 300 chevaux.

Parmi les groupes électrogènes exposés par des maisons françaises nous citerons :

Un groupe de 400 kilowatts Sautter-Harlé composé d'une turbine Rateau et d'un alternateur produisant du courant triphasé à 3 000 volts à la fréquence 50 :

Un groupe de 350 kilowatts Delaunay-Belleville et l'Éclairage électrique, comportant une machine à vapeur à triple expansion qui tourne à 375 tours par minute ;

Un groupe composé d'une machine Weyher et Richemond, entraînant par courroie un alternateur Alioth.

L'exposition du matériel roulant de chemins de fer est très importante ; elle comprend environ soixante locomotives, voitures et wagons des types les plus récents.

Enfin, pour terminer cette rapide nomenclature, mentionnons la participation des Ateliers de construction de Verviers qui exposent des machines à filer et à tisser.

Force motrice et éclairage. — Les chaudières, au nombre de dix-neuf, de huit types différents, sont placées sous un auvent adossé à la section

belge des machines. En outre, il y a trois gazogènes, un sous l'auvent des chaudières et les autres à proximité de celles-ci. L'eau de l'Ourthe est fournie gratuitement aux exposants, au moyen du nouveau système de distribution construit pour l'extension de la ville de Liège. Le débit, réglé par une écluse-valve, est de 2 000 mètres cubes à l'heure. Deux conduites principales en béton alimentent les machines de construction belge, en activité dans la Galerie des Machines, et l'autre les machines d'origine étrangère. Ce système se double de conduites de décharge recueillant l'eau de condensation et l'eau de refroidissement des moteurs à explosion. Il n'y a pas de condensation centrale, chaque exposant ayant son propre condenseur.

La vapeur est envoyée aux machines à la pression moyenne de 9 kg 5 par centimètre carré.

Le courant électrique continu de 440 volts, pour le service de la traction et de l'éclairage dans l'Exposition, est distribué par le système à trois conducteurs. Il est fourni par trois groupes électrogènes de 750 chevaux chacun, constitués par des machines à vapeur tournant à 125 tours et actionnant directement les dynamos ; ce sont :

1° Le groupe Carels, de Gand, comportant un moteur tandem à soupapes, à distribution par déclic ;

2° Le groupe Van den Kerkhove, de Gand, avec moteur tandem à pistons-valves et distribution par déclic ;

3° Le groupe Preud'homme-Prion, d'Huy, actionné par un moteur tandem, à soupapes, à distribution par déclic.

La vapeur prise directement sur les conduites principales est fournie à raison de 1,5 centime le kilogramme.

Le courant électrique coûte aux consommateurs 40 centimes par kilowatt-heure.

Le prix de l'énergie prise directement aux arbres ou aux transmissions est de 25 centimes par cheval-heure.

La Section française a eu l'idée de se suffire à elle-même et de fournir aux exposants l'énergie électrique qui leur est nécessaire. On a pu ainsi disposer aux stands français d'un système de distribution com-



FIG. 2. — Plan d'ensemble de l'Exposition de Liège.

portant du courant alternatif à 3 000 volts et du courant continu à 150 ou 120 volts, plus commode que celui à 440 volts.

L'emploi des ponts roulants se paye à raison de 20 francs par heure pour les ponts de 30 tonnes et 10 francs pour ceux de 12 tonnes. La Ville livre le gaz au prix de 15 centimes le mètre cube pour l'éclairage et 10 centimes pour la force motrice.

La Société de l'Exposition paye aux exposants la vapeur et l'énergie électrique qu'ils fournissent, aux taux suivants : 3 centimes par kilogramme de vapeur, et 2 centimes par kilowatt-heure, calculé aux tableaux de distribution des exposants.

Pour les groupes mus par machine à vapeur ou par un moteur à gaz alimenté au gaz de ville, la Société de l'Exposition fournit la vapeur gratuitement ou supporte le coût du gaz, pour la période pendant laquelle les groupes sont utilisés par la Société. Pour les groupes mus par moteur à pétrole, la Société paye pour le pétrole employé 75 centimes par cheval-heure.

Les groupes peuvent se servir de ponts roulants moyennant une redevance de 10 francs par heure pour les ponts de 30 tonnes et 5 francs pour ceux de 12 tonnes, la dépense du courant étant également à la charge de la Société de l'Exposition.

EXPOSITIONS BELGES. — En dehors des expositions ayant trait à la Métallurgie, la Mécanique et l'Électricité qui, en raison de leur importance, feront l'objet d'études spéciales, la participation belge ne présente rien de particulier concernant l'art de l'Ingénieur.

Les expositions intéressantes l'Agriculture sont réunies dans un pavillon situé dans le quartier de Fragnée. Elles consistent surtout en échantillons d'engrais chimiques, en machines agricoles, locomobiles et batteuses, appareils et produits de laiterie, statistiques montrant les progrès de l'Agriculture, diagrammes indiquant les progrès de la police sanitaire et cartes relatives à l'étude du sol.

Les Écoles d'agronomie de Vilvorde, Carlsbourg et Hasselt exposent leurs méthodes respectives, et l'École de médecine vétérinaire de l'État, d'intéressantes études bactériologiques. Signalons aussi toute une collection d'huiles de coco pour la fabrication des beurres et margarines, et les produits de la Société Apicole du Bassin de la Meuse.

Dans le Palais de l'Industrie et du Commerce, mentionnons, en raison de leur importance, la collectivité des Fils et Tissus et celle de l'Armurerie. Courtrai, Gand et Termonde exposent leurs fils et tissus de lin et de coton; Ath, ses peluches et velours, et Verviers ses draps et étoffes de laine.

Une superficie de 4 000 mètres carrés a été réservée à la section de l'Armurerie. La ville de Liège est depuis près de cinq siècles un des centres les plus importants de cette industrie, qui occupe environ 40 000 ouvriers travaillant à domicile. L'organisation du travail est semblable à celle de l'industrie de l'horlogerie en Suisse; chaque ouvrier a sa spécialité et reçoit à l'état brut les diverses pièces d'armurerie qu'il finit à domicile et renvoie ensuite au fabricant d'armes.

L'industrie chimique est surtout représentée par la Société Solvay et C^e, qui expose dans son pavillon particulier les produits de la soude, des produits provenant de la distillation du goudron, ainsi qu'une collection de vues photographiques des nombreuses usines que cette Société, bien connue en France, possède en propre ou en association.

Les fabriques de savons, de bougies, de produits pharmaceutiques, de poudre et dynamite participent en grand nombre à l'Exposition, et leurs stands sont dans les halls.

La Fabrique de Soie artificielle de Tubize (dans son pavillon spécial) et la Société Anonyme de Soie artificielle par le procédé Viscose (¹), dans les halls, ont fait toutes deux une curieuse exposition des produits de cette industrie française récemment importée en Belgique où elle est encore peu connue.

Dans la section des Sciences, la salle de la Géologie mérite une mention spéciale. Au centre, se trouve une reproduction fidèle de la station

géosismique installée par la Société Belge de Géologie dans le charbonnage de l'Agrappe, et qu'il est question de créer aussi dans un charbonnage liégeois. Dans les vitrines, de belles collections comprenant les échantillons de tous les morts-terrains, rencontrés dans les sondages de la Campine, avec de précieux fossiles qui donnent les éléments de toute une paléontologie nouvelle du pays. Le plus intéressant de ces sondages, au point de vue scientifique, fut celui de Louwel (Op-Glabbeek), qui descendit à 698^m 37 sans toutefois rencontrer de houille, car il ne put franchir le trias.

Congo. — Dans le Jardin d'Acclimatation se trouve un coquet pavillon colonial, reconstitution de l'habitation du Gouverneur Général de l'État Indépendant du Congo, à Boma, dans lequel on a réuni, au rez-de-chaussée, des échantillons de tous les articles d'importation et d'exportation du Congo belge, une collection très complète des produits du règne végétal et des minerais de toute sorte.

Le milieu de l'unique salle du premier étage, qui mesure 17 mètres sur 17, est occupé par un plan de 80 mètres carrés, en relief et en couleurs, de tout le territoire de l'État indépendant et des territoires

limitrophes. Ce travail, exécuté avec une grande précision par l'Institut Cartographique de Bruxelles, reproduit la courbure réelle de la terre; il est à l'échelle de $\frac{1}{250\,000}$ pour les longueurs et à l'échelle de $\frac{1}{25\,000}$ pour les altitudes.

Palais des Beaux-Arts. — En entrant par le Jardin d'Acclimatation au quartier de la Boverie, le premier grand bâtiment qu'on rencontre à gauche est le Palais des Beaux-Arts (fig. 4), reconstitution inspirée du château de Bagatelle, près de Paris, exécutée d'après les plans de MM. les architectes Soubre et Hasse.

Cet édifice, construit en matériaux durs, est destiné, l'Exposition close, à devenir le musée de la Ville. Il occupe le point le plus élevé de l'île de la Boverie. A peu près parallèle à la Meuse, dont il est



FIG. 3. — Porte principale des Halls du Commerce et de l'Industrie.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 23, p. 406.

séparé par une pelouse ornementée de fleurs et descendant en pente douce vers le fleuve, il est complété par une terrasse-promenoir, d'une longueur de 80 mètres, conçue dans le même style que l'édifice. La façade, d'un pur style Louis XVI, la rotonde centrale, avec ses trois portes entre colonnes, la galerie décorative, le dôme ornementé, et la terrasse, rappellent les plus élégants châteaux français du XVIII^e siècle.

Ce palais, incontestablement le meilleur morceau d'architecture de l'Exposition, renferme quarante salles (dont neuf ont été attribuées à la France), dans lesquelles on voit des œuvres d'art des trente-deux nations qui exposent à Liège : peinture, sculpture, ouvrages en bronze, céramique, meubles, tapisseries, etc.

La superficie totale des salles est de 2 500 mètres carrés. La plus vaste, celle qui fait face à la rotonde, est réservée à la sculpture, ainsi que les terrasses extérieures. Les salles destinées à la peinture comprennent 625 mètres de cimaise. En raison de l'abondance des œuvres présentées, une annexe temporaire de 1 500 mètres carrés a dû être édiflée parallèlement à la façade, du côté de l'Ourthe.

Palais de l'Art ancien. — Non loin du Palais des Beaux-Arts, se trouve le Palais de l'Art ancien, en staff peint, dont le *Génie Civil* a déjà donné une vue (4). C'est la reproduction d'un important monument gothique, l'ancien hôtel communal de la cité de Liège. Sa façade rappelle la composition de l'ancienne Principauté, par les blasons des vingt-trois villes et des trente-deux métiers qui y sont représentés, symbolisant à la fois les lieux d'origine des chefs-d'œuvre exposés, et les corporations qui les ont produits.

Ce bâtiment, de 500 mètres carrés de superficie, contient sept salles. Au centre, est très heureusement aménagée l'exposition d'Art religieux, qui comprend deux classes : l'orfèvrerie et les objets divers.

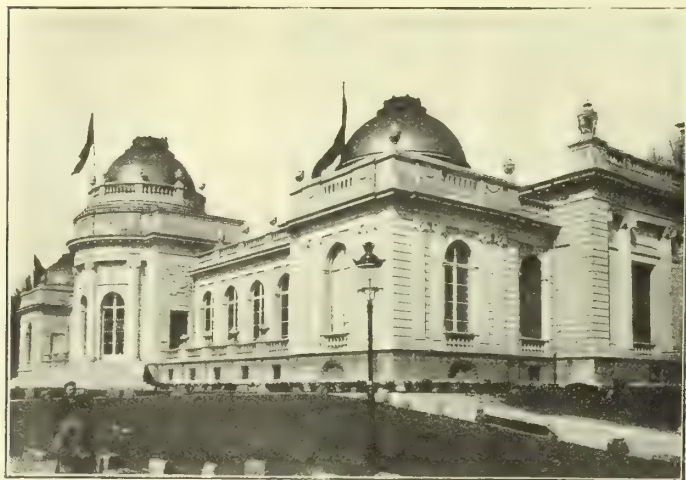


FIG. 4. — Façade du Palais des Beaux-Arts.

Les galeries de gauche et de droite, rappelant les constructions liégeoises qui entouraient l'hôtel communal de Liège au XVII^e siècle, sont occupées par l'exposition d'Art civil : peintures, sculptures, gravures, manuscrits, imprimés, médailles, mobiliers, tapisseries, cristaux, etc.

Palais de la Dentelle et de la Femme. — Vis-à-vis du Palais de l'Art ancien se dressent les Palais de la Dentelle et des Arts de la Femme, en style Louis XVI, reliés par une élégante galerie à colonnade marbrée; leurs façades, d'un blanc éclatant, rehaussées de motifs bleu tendre et rose, constituent un ensemble harmonieux, répondant bien à leur destination (fig. 6).

Ces palais ont été construits aux frais de l'État, en vue de faire connaître aux visiteurs l'organisation de l'enseignement pratique pour jeunes filles, en Belgique, les œuvres de la femme pour la femme et l'enfant, l'art appliqué féminin, et surtout en vue de répandre davantage les industries féminines belges.

Chaque lundi, arrivent vingt-cinq élèves des écoles professionnelles et vingt-cinq des écoles ménagères, qui repartent le samedi, tous les frais de voyage et de séjour étant à la charge de l'État. Les premières font, sous les yeux du public, des travaux de coupe et de confection, des fleurs artificielles, des modes, de la broderie, de la dentelle, du dessin industriel; les secondes, de la cuisine et des travaux de ménage.

PARTICIPATIONS ÉTRANGÈRES. — Trente-deux nations exposent à Liège, et presque toutes ont une section spéciale à l'intérieur des Halls de l'Industrie et du Commerce. Les autres, comme le Canada, la Norvège, le Maroc, la Serbie, la Bulgarie, et le Monténégro, ont un pavillon dans les Jardins de la Boverie et des Vennes.

Les participations les plus intéressantes sont celles de la France, de l'Allemagne et du Canada; nous allons les étudier séparément. Les expositions des autres nations représentées sont généralement en rapport avec l'étendue du territoire, le degré de civilisation ou la situation économique du pays, sauf toutefois celles de l'Angleterre et des États-Unis. Ces deux puissances n'occupent, en effet, qu'un espace très restreint dans les halls, et leurs expositions sont tout à fait insignifiantes; cette sorte d'abstention ne s'explique pas, surtout de la part de l'Angleterre.

Section française. — Comme dans toutes les Expositions qui eurent lieu en Belgique, une place d'honneur a été réservée à la Section française; mais, cette fois, c'est un envahissement, dont se félicite d'ailleurs la nation amie, que la communauté de mœurs, de goûts et de langage invite à l'échange direct et continu des produits de nos arts et de nos industries.

La France occupe, rien que dans les Halls de l'Industrie et du Commerce, un espace de près de 20 000 mètres carrés, où nos principaux produits sont présentés d'une façon méthodique, et généralement collective, rappelant la participation française à l'Exposition de Bruxelles, en 1897. Dans un compartiment spécial, à gauche en pénétrant par l'entrée monumentale, nous voyons d'abord l'exposition de la Ville de Paris, où l'on a réuni les divers services de la capitale : enseignement primaire et enseignement professionnel, travaux publics, établissements municipaux et monuments divers, statistique administrative, entretien et nettoyage de la voirie, assistance publique, etc. Dans les Halls proprement dits, la plupart de nos industries sont représentées.

Dans le groupe de la grosse métallurgie, citons les stands de MM. Marrel frères, à Rive-de-Gier; de la Société française pour la Fabrication des tubes en fer et en acier, à Louvroil, et des Fonderies et Laminoirs de Biache, à Saint-Vaast (Pas-de-Calais). MM. A. Delattre et C^{ie}, à Ferrière la-Grande, exposent un cylindre de 43 tonnes, me-

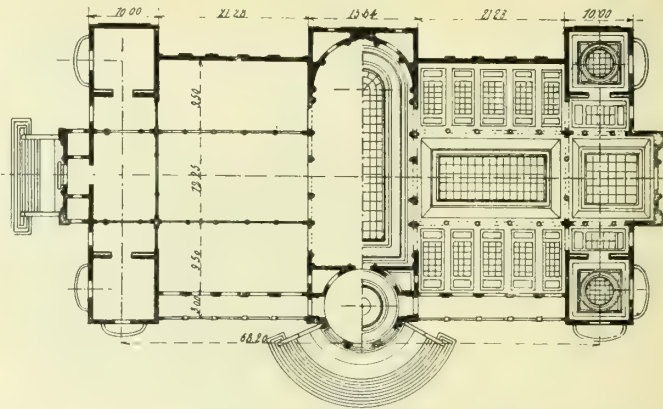


FIG. 5. — Plan du Palais des Beaux-Arts.

surant 1^m200 de diamètre et 4^m250 de table, destiné au train à blindages du Creusot.

L'exposition minière consiste surtout en coupes stratigraphiques du bassin houiller du Pas-de-Calais, de la Compagnie des mines d'Anzin, des Mines de Drocourt, et de la Compagnie des mines de Béthune.

Le groupe des industries chimiques expose une grande variété de produits, parmi lesquels dominent les essences et les produits pharmaceutiques.

Dans la Galerie des Machines fonctionnent quelques groupes électrogènes que nous avons signalés plus haut. Nous signalerons, en outre, le stand de la Compagnie française des Métaux, et celui des machines et outillage pour travailler le bois, de MM. Panhard et Levassor, tous deux très importants. MM. A. Piat et fils présentent un embrayage à friction de 300 chevaux et 100 tours par minute, des riveuses hydro-électriques et des engrenages.

L'exposition de l'Agriculture française se divise en trois parties distinctes : le Palais de l'Agriculture, les Jardins de l'Horticulture et les Concours temporaires.

Le Palais de l'Agriculture (fig. 8), situé en face de l'entrée principale du Palais de l'Industrie et du Commerce, se compose d'un hall de 1 000 mètres carrés de superficie, entouré d'une galerie formant étage. La façade principale, de lignes très simples, forme un portique surmonté de motifs décoratifs d'un heureux effet. Le panneau central, orné de treillages, de guirlandes de fleurs et de fruits, constitue un fond approprié aux Jardins de l'Horticulture qui s'étendent devant le Palais.

Les divers groupes ont été répartis d'après la classification rationnelle des produits agricoles : matériel et procédés des exploitations rurales; matériel et procédés de la viticulture; matériel et procédés des industries agricoles.

La collectivité des industries d'alimentation a fait ériger le long de

(4) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 23, p. 369.

l'Ourthe, au quai Mativa, un immense pavillon (fig. 9), qui abrite une suite de salles de dégustation installées par les grandes maisons vinicoles du Bordelais et de la Champagne.

Quant à la France coloniale, elle n'a jamais participé d'une façon aussi grandiose et complète à aucune Exposition étrangère. La section des Colonies françaises est installée dans le Jardin d'Acclimatation et le Parc de la Boverie, où nos colonies et protectorats sont répartis en quatre groupes occupant chacun un édifice du style du pays; ce sont les pavillons des Colonies africaines, des Colonies asiatiques, de l'Algérie et de la Tunisie. Ces édifices, conçus avec talent par M. l'architecte Decron, de Paris, sont assez vastes; celui de l'Afrique occupe un emplacement de 600 mètres carrés et celui de l'Asie une superficie de 450 mètres carrés. Cette exposition, organisée par notre Ministère des



FIG. 6. — Façade du Palais de la Dentelle.

Colonies (dont l'Office occupe un pavillon spécial), d'après les plans de M. Crozier, consul de France à Liège, n'a pas seulement pour but de montrer toutes les richesses de nos colonies, mais aussi nos procédés de colonisation. Elle se complète par un modèle d'habitation coloniale et un hôpital démontable.

En terminant cet aperçu succinct de la participation française, il convient de dire un mot de la section de l'enseignement supérieur, qui comporte, dans les halls, une salle de conférences pouvant contenir 350 personnes assises, en face d'une tribune où, dix fois par mois, un personnage compétent prend la parole. On y a entendu et on y entendra les professeurs qui représentent la tendance la plus caractéristique de



FIG. 7. — Façade du Palais des Fêtes.

chaque Université de France, entre autres MM. Becquerel, Moissan, etc. Cette façon nouvelle de comprendre une exposition scolaire est appelée au plus grand succès, et la Belgique sait gré à nos savants d'offrir à l'Exposition de Liège un concours qui lui donne un caractère scientifique exceptionnel.

Section allemande. — L'Allemagne aussi a fait grandement les choses, mais sa participation, presque entièrement industrielle, ne peut toutefois être comparée à celle de la France. Elle occupe dans les Halls de l'Industrie et du Commerce un compartiment de 5 000 mètres carrés,

dont l'entrée contraste par son architecture puissante avec la façade élégante de la Section française.

Parmi les expositions les plus importantes, celle du Syndicat des charbons rhénans-westphaliens, à Essen, mérite une attention spéciale. Cette collectivité s'est donnée pour mission de mettre en lumière, au moyen d'une série de maquettes, les progrès accomplis pendant ces dernières années dans le domaine de la technique des mines en Allemagne. Ces maquettes représentent, entre autres, les installations du jour du puits « Zollern », la batterie de fours à coke « Scharnhorst » avec récupération des sous-produits, l'installation minière « Minister Achenbach » comportant un moteur Deutz alimenté par les gaz des fours à coke, celle de « Dahlbusch » montrant le chauffage de chau-



FIG. 8. — Palais de l'Agriculture de la Section française.

dières Tomson par ces mêmes gaz et la production, au moyen d'une turbine Parsons, de l'électricité employée dans les mines. Cette remarquable exposition se complète par la maquette d'une exploitation minière dans laquelle le fer, sous la forme de tubes Mannesmann, remplace le bois pour le soutènement des galeries de mine, et par une coupe géologique du bassin charbonnier du Bas-Rhin et de la Westphalie, pour l'établissement de laquelle on a mis à profit les dernières découvertes géognostiques et les récents progrès accomplis en géométrie souterraine.

Dans la même collectivité, la maison Heckel, de Saarbrück, fait fonctionner une réduction d'installation de chargement et déchargement

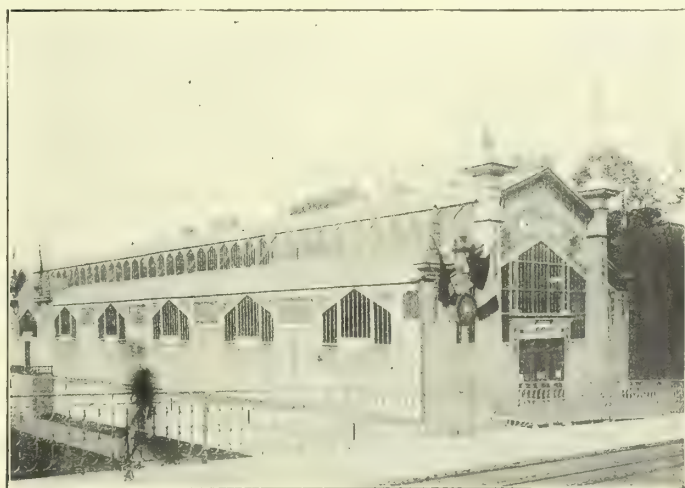


FIG. 9. — Palais de l'Alimentation de la Section française.

automatique par pont roulant combinée avec un système de trainage par câble à commande électrique.

L'École des mines de Bochum expose les méthodes généralement en usage en Allemagne pour assurer les conditions hygiéniques indispensables au mineur, et la Société minière « Hibernia » présente une collection d'appareils préventifs et procédés de sauvetage employés dans les charbonnages allemands.

Faisant suite à cette collectivité, sont groupés quelques stands représentant l'industrie de luxe, l'armurerie, la fabrication des explosifs, l'optique, l'hygiène, la brasserie et l'ameublement.

Dans la Galerie des Machines, l'exposition Krupp attire, comme toujours, les visiteurs. La Gasmotoren-Fabrik Deutz présente un nouveau moteur à gaz à quatre temps, à double effet de 250 chevaux, d'une grande légèreté. Signalons aussi une minoterie complète et le modèle d'installation de téléphérage de la maison Bleichert et C^{ie}, de Leipzig. Dans cette partie de l'exposition, l'Allemagne brille surtout par le petit outillage : machines à travailler le bois, à fabriquer les chaussures, perforatrices, fraiseuses, affûteuses, tours à fileter et à charioter. La maison Mayer et Schmidt, d'Offenbach, expose une série de nouvelles machines automatiques à rectifier les tourillons de manivelle, les cylindres, les arbres à cames, les mèches américaines et les fraises. En dehors des halls, deux Sociétés s'occupant spécialement d'entreprises de forages et de recherches minières, la Bohr Gesellschaft, d'Erkelenz, et la Deutsche Tiefbohr A.-G., de Nordhausen, ont monté l'une à Fragnée, l'autre dans les jardins des Vennes, des installations de forage de systèmes différents. En raison des récentes découvertes minières du Limbourg belge, ces expositions présentent un vif intérêt et sont très visitées.

Pour terminer, disons que ce sont les Allemands qui ont été chargés de l'installation complète des conduites de vapeur pour l'alimentation des machines exposées, ainsi que de tous les transports d'énergie électrique.

Section canadienne. — Après la France et l'Allemagne, le Canada est, de toutes les nations, celle qui est la mieux représentée. Son pavillon (fig. 10), situé dans le Parc de la Boverie, est construit, comme



FIG. 10. — Palais du Canada.

presque tous les édifices de l'Exposition, en staff et bois. C'est une vaste construction rectangulaire, de 45 mètres sur 36, de style ionique, flanquée d'une tour de 37 mètres de hauteur, avec une entrée monumentale en saillie. Le rez-de-chaussée forme un hall grandiose entouré d'alcoves et d'une galerie extérieure.

L'exposition canadienne est essentiellement nationale et a pour objet d'attirer au Canada l'émigration européenne, de développer les relations commerciales existant déjà et d'en créer de nouvelles. A cette fin, le Gouvernement canadien dispose d'un organisme spécial relatif aux Expositions. Cette institution, que l'on peut comparer à notre « Comité Français des Expositions à l'étranger », s'occupe de la Section canadienne à toutes les Expositions étrangères. Les dépenses de la participation du Dominion à l'Exposition de Liège dépassent un million.

Le pavillon canadien abrite les expositions des principales régions du pays, montrant des produits de tous les domaines : agriculture, horticulture, mines, sylviculture, alimentation et produits des manufactures ; ceux-ci consistent surtout en meubles et en machines pour la grande culture. En entrant, on remarque deux grandes pyramides faites de bois de pulpe et de ses produits, c'est-à-dire de papiers de tous genres, depuis le papier tissu jusqu'aux cartons à boîtes.

Nous ne parlerons pas des autres pavillons édifiés par les diverses puissances qui ont participé à l'Exposition. Ils ne présentent rien de particulier et témoignent seulement de l'intérêt pris par ces puissances à cette manifestation industrielle et commerciale.

Comme on peut en juger, l'Exposition de Liège, dont l'organisation a coûté 12 millions, sans compter les sommes affectées aux travaux préparatoires, ponts, etc., dispose de tous les éléments d'un succès légitime, qui s'affirme du reste pleinement. Ajoutons, à titre de renseignement pratique, que le prix d'entrée est habituellement de 1 franc, avec un supplément de 1 franc, avant 10 heures du matin.

L. RAMAKERS.

TRAVAUX PUBLICS

WHARF POUR L'EMBARQUEMENT RAPIDE DES CHARBONS à Baltimore (États-Unis).

(Planche XII.)

On vient d'achever à Baltimore les derniers travaux de la gare terminus de Wallbrook sur le Western Maryland Railroad. Les nouvelles voies se raccordent avec des lignes qui existaient déjà ou avec d'autres qui viennent d'être construites et qui appartiennent à des Compagnies différentes. L'ensemble forme actuellement, autour de Baltimore,

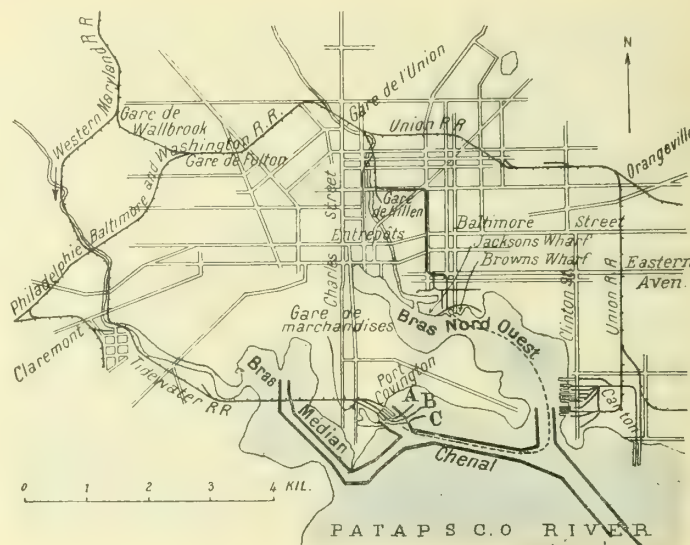


FIG. 1. — Plan des voies ferrées et des ports de Baltimore.

A, wharf à charbons ; — B, wharf pour marchandises lourdes autres que le charbon ;
C, pont de transbordement.

une ceinture à laquelle se raccordent toutes les grandes lignes aboutissant aux parties centrales de la ville et à ses différents ports (fig. 1).

L'encombrement des anciens ports a conduit à l'adoption d'un emplacement spécial pour l'embarquement du charbon et du gros fret et à la création d'un nouveau port en ce point.

Dispositions générales. — Sur l'emplacement choisi, à Port-Covington (fig. 1) se trouvent deux wharfs parallèles en bois, spécialement affectés, le premier aux charbons, le deuxième aux lourds chargements autres que le charbon ; il y a, en outre, un pont de transbordement, également en bois, destiné à faire passer les wagons de la terre ferme sur des pontons spéciaux allant charger les navires en rade.

Port-Covington est desservi directement par un prolongement de la ligne du Western Maryland Railroad, qui est désigné sous le nom de Tidewater Railroad. Ce prolongement, qui est à deux voies, s'étend sur une longueur d'environ 10 kilom. et traverse le bras moyen de la Patapsco River sur un pont à double voie qui a 660^m 50 de longueur. Ce pont comporte une travée tournante de 67^m 35, ouvrant deux passes navigables de chacune 25^m 90 de largeur utile.

A Port-Covington, se trouve une gare de triage, à laquelle font suite trente voies parallèles aboutissant perpendiculairement au quai, sur un front de mer de plus de 300 mètres. Ce quai est un appontement en bois rempli de rocaille, du genre de travail dit *cribwork*, reposant sur six rangées longitudinales de pilotes arasés au niveau des eaux de basse mer. Au pied de l'appontement, la profondeur d'eau, qui n'était à l'origine que de 3 à 4 mètres, a été portée à 9 mètres par dragage. De plus, un chenal de 150 mètres de largeur et de 9 mètres de profondeur a été creusé sur plus de 400 mètres et se raccorde avec le chenal principal. Dans ces conditions, les plus grands navires de commerce peuvent accoster le long du quai ou des wharfs à toute heure de la marée.

Sur les trente voies dont il a été parlé plus haut, trois se prolongent sur le wharf à charbons et deux sur le wharf à marchandises. La plus longue de ces voies, depuis son point de raccordement au tronc commun jusqu'à l'appontement, a 360 mètres.

Dans ce qui va suivre, nous allons décrire, d'après l'*Engineering Record*, le wharf à charbons qui est intéressant à divers titres.

Wharf à charbons, construction. — Le wharf a 18^m 30 de largeur et 381 mètres de longueur ; dans l'ensemble de ses trémies, il peut emmagasiner jusqu'à 2000 tonnes de charbon ; les dispositions ont

WHARF FOUR L'EMBARQUEMENT RAPIDE DES CHARBONS A BALTIMORE (Etats-Unis)

Fig. 1, 2, 3 et 4. Types de palées

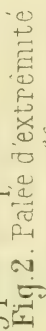


Fig. 1. Palée en terre ferme

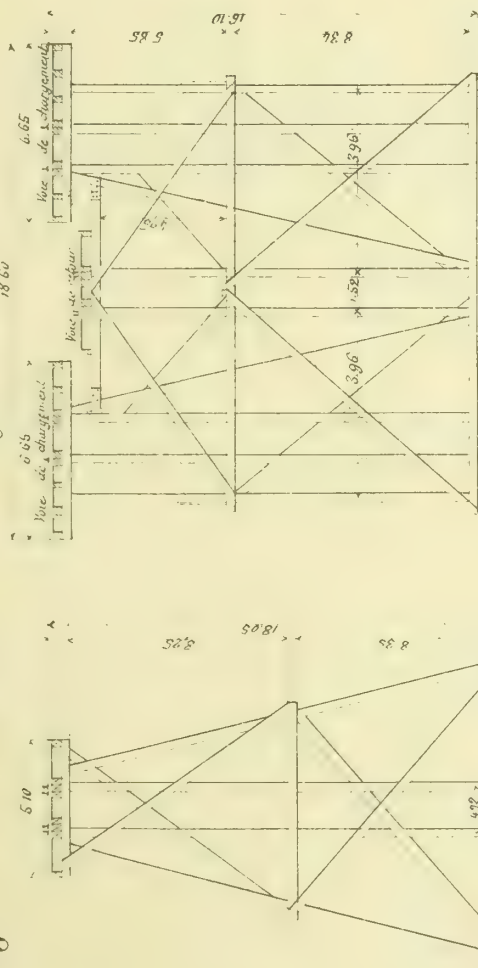


Fig. 3. Palue à distance moyenne

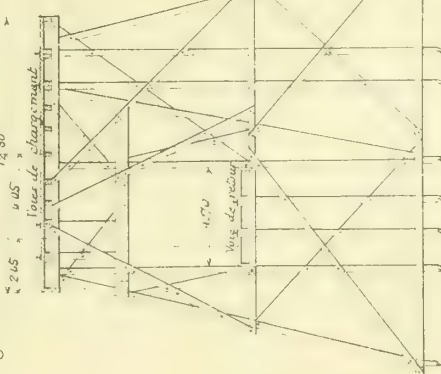


Fig. 4. Falee à voie de retour latérale

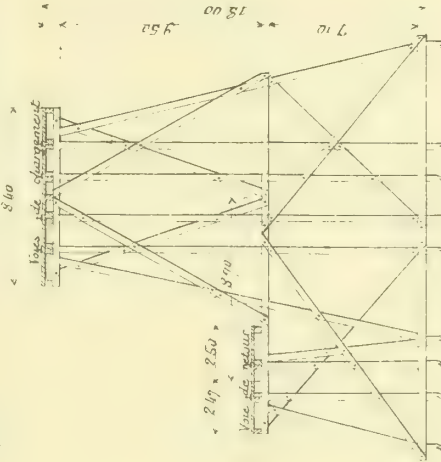


Fig. 5 et 6. Pont de transbordement



Fig. 6. Vues transversales arrière et avant

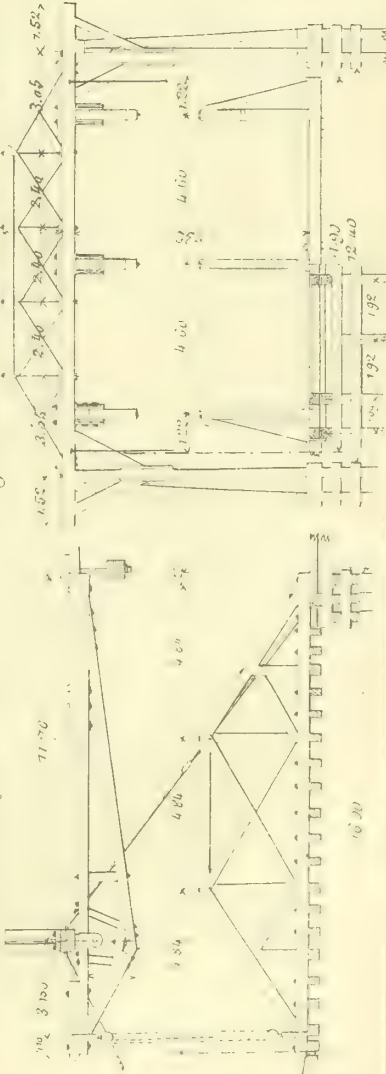


Fig. 7 et 8. Trémies de chargement

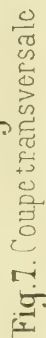


Fig.8. Vue latérale

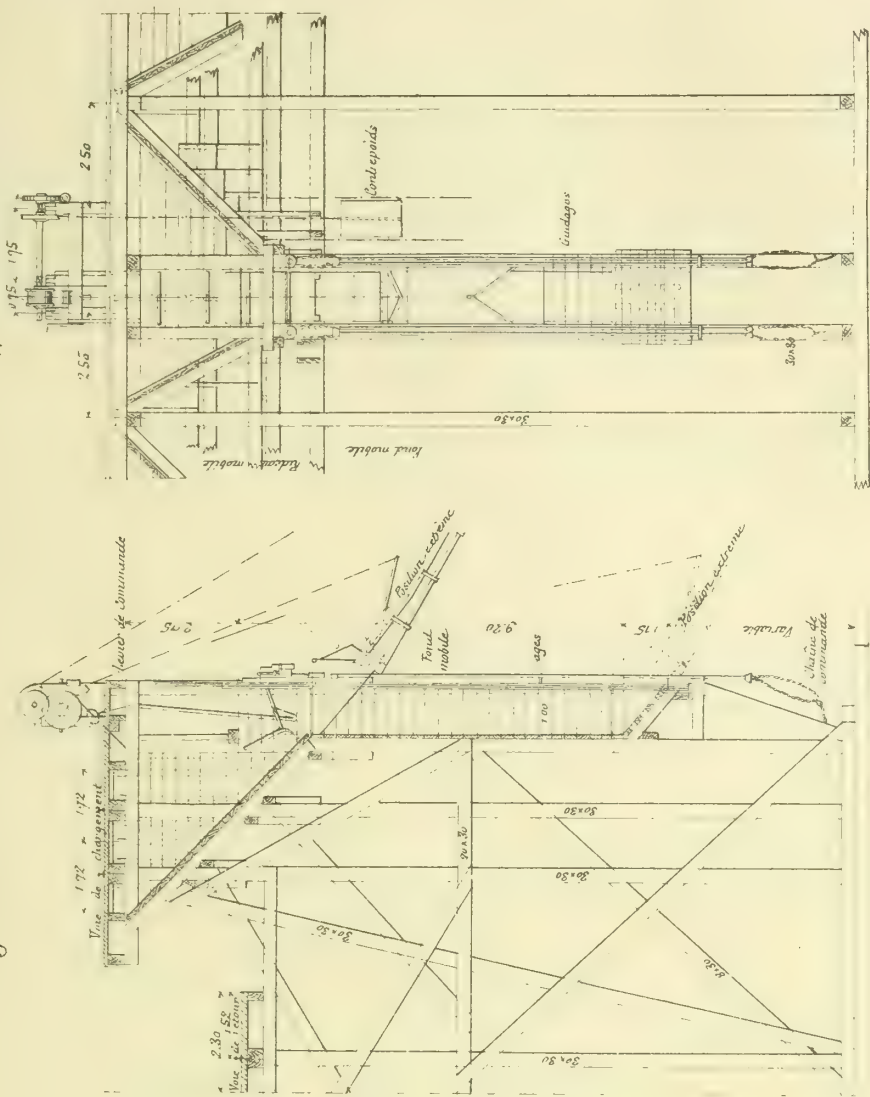


Fig. 9, 10 et 11. Plate-forme de renvoi.

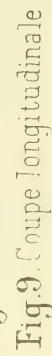
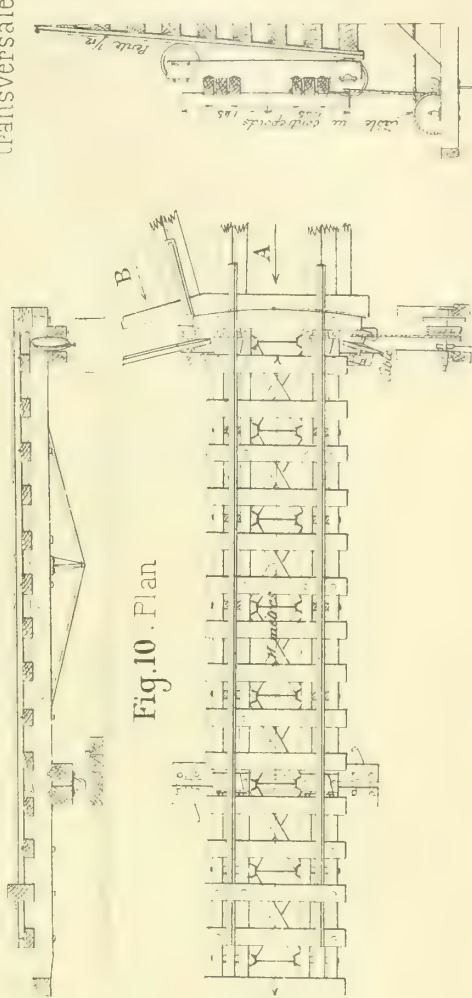
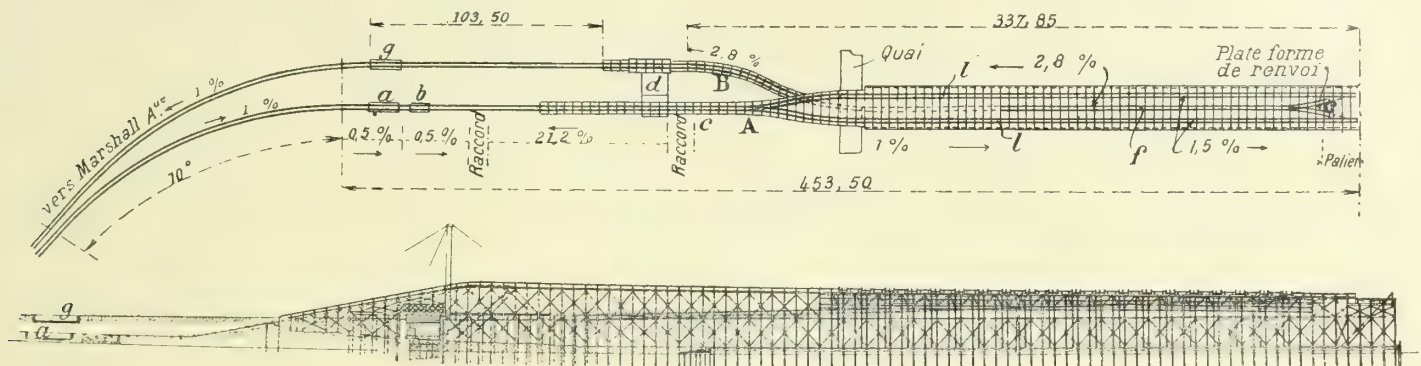


Fig. 11. Coupe transversale



Les wagons chargés, avant d'arriver sur le wharf, s'engagent sur un tronc commun A, sont pesés sur le pont-bascule *a* (fig. 2 et 3), puis passent sur une fosse *b* où se fait leur mise en prise avec un câble tracteur qui les remonte le long d'un plan incliné, à la pente de 21,2 %, jusqu'en un point *c* qui est à 21^m 30 au-dessus du niveau

La plate-forme de renvoi (fig. 9, 10 et 11, pl. XII) a 11 mètres de longueur; ses rails, qui sont de niveau, sont portés sur deux poutres armées et contreventées transversalement; le tout peut pivoter autour d'un axe vertical situé au tiers de la longueur de la plate-forme. Elle est montée sur quatre galets sans mentonnet¹ roulant sur trois che-



moyens des hautes mers. Ce point est à peu près à 50 mètres en arrière du bord du quai. La force motrice nécessaire à la manœuvre du câble tracteur sans fin est fournie par une petite usine *d*, de construction fireproof, comprenant simplement une chaudière et une machine d'extraction double du type Allis-Chalmers. Cette force motrice est la seule qui soit utilisée pour la manœuvre des wagons, leur circulation se faisant au delà du point *c* par simple gravité, en utilisant des plans inclinés et une plate-forme de renvoi automatique *e* pour le retour des wagons vides.

mins circulaires de telle façon que les rails viennent en prolongement de ceux de l'une ou l'autre des voies A et B, l'autre extrémité des rails de la plate-forme étant en contact en même temps avec le tronç commun de la voie de retour, un peu au-dessus de son point de bifurcation.

Comme tous les wagons circulent dans le même sens, on en a profité pour utiliser leur poids à produire la manœuvre automatique du retour de la plate-forme à sa position initiale. La longue branche de la plate-forme circule, par l'intermédiaire d'un chariot, sur une voie inclinée (fig. 11, pl. XII) qui est descendue quand le wagon s'y trouve placé. Le mouvement de descente se fait en soulevant un contrepoids de 360 kilogr., lequel ramène la plate-forme à sa position primitive dès que le wagon l'a quittée.

Les trémies de chargement (fig. 7 et 8, pl. XII) s'étendent sur toute la longueur de chaque côté du wharf. Elles sont faites entièrement en bois et sont recouvertes intérieurement de tôle d'acier; l'ouverture de leur partie supérieure correspond à l'intervalle compris entre deux palées, soit 7^m 30, et ces ouvertures sont jointives; chaque trémie se termine à la partie inférieure par une chute verticale de 9 mètres de hauteur s'ouvrant vers l'extérieur, sur une gouttière inclinée, par un côté formant rideau mobile. Le fond de la trémie, la gouttière et le rideau mobile se manœuvrent aisément soit en haut du wharf, soit du plancher inférieur, au moyen de chaînes Galle; ces dispositions permettent de charger tous les navires quelles que soient leurs dimensions et l'heure de la marée.

Le débit se règle au moyen du fond qui est articulé autour d'une charnière horizontale et auquel on peut donner telle inclinaison désirée; ce fond est muni d'une paroi latérale qui vient couper normalement la direction suivie par le charbon et plus ou moins profondément selon l'inclinaison du fond. La gouttière oblique, outre son mouvement de déplacement vertical dans les coulisses et son inclinaison variable, peut encore être orientée dans des directions différentes.

Le wharf destiné au déchargement du gros fret présente des dispositions analogues à celles du wharf à charbons; il est cependant plus simple que celui-ci et ne possède que deux voies qui peuvent être utilisées indifféremment pour le déchargement ou le retour des wagons.

Pont de transbordement. — Le pont de transbordement (fig. 5 et 6, pl. XII) est aussi un ouvrage tout en bois. Il sert, comme on l'a vu, à faire passer sur des pontons spéciaux les wagons chargés qui vont approvisionner les navires qui sont en rade. La plate-forme, à double voie, a 16 mètres de longueur et est portée par des poutres armées qui sont articulées du côté de la terre ferme et suspendues à une hauteur variable du côté de la mer. La suspension se fait à des poutres armées en cantilever placées dans le même plan que les poutres de la plate-forme. La partie longue du cantilever est chargée d'un contre-poids d'équilibrage de façon que la manœuvre des chaînes, pour le soulèvement ou l'abaissement du transbordeur, se fait sans grand effort.

On a employé, pour la construction du wharf à charbons, 32 000 mètres linéaires de pilots en pin jaune, 2 000 mètres de pilots en chêne et 32 tonnes de boulons.

E. L.

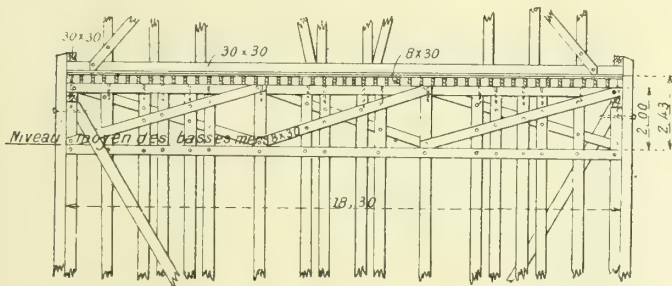


FIG. 4. — Élévation transversale d'une palée de fondation.

tiennent à descendre vers le bas du plan, qui est à la pente finale de 1,5 %, et arrivent sur la plate-forme *e* qui les engage sur la voie de retour *f*; la pente de celle-ci est de 2,8 %. Les wagons vides sont pesés avant leur sortie sur le pont-bascule *g*.

Le wharf est construit entièrement avec des bois de charpente; il forme un treillis monté sur pilots de 22^m 80, qui ont été enfoncés dans 12 mètres de vase environ; le refus était de 12 millimètres pour le choc d'un mouton de 906 kilogr. tombant de 6^m 10 de hauteur. La charge maximum de chacun des pilots est de 5 tonnes.

Les fondations du wharf sont constituées par des palées transversales de vingt-deux pilots, dont deux battus obliquement, placées tous les 3^m 65 (fig. 4). Ces pilots sont entretoisés obliquement à leur sommet et supportent un double plancher jointif reposant sur des solives longitudinales de 8 × 30 centimètres, placées tous les 30 centimètres.

Les palées du wharf, au nombre de cent dix, qui reposent sur ces fondations, sont de modèles divers, selon la position relative des voies. Elles sont faites de pièces équarries de pin jaune de 30×30 centimètres. Les sablières sont situées dans le plan des rangées de pilots mais ne sont pas réunies à ceux-ci (fig. 4). Les figures 1 à 4 (pl. XII) montrent les types principaux qui ont été adoptés pour ces palées.

Pour les quatre premières, il y a simplement dix montants verticaux et deux croisillons. La disposition plus compliquée de la figure 2 (pl. XII) a été adoptée dans la partie pour laquelle la voie de retour

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

L'ACCIDENT DU PONT MAXIMILIEN, A MUNICH

On sait que des procédés nouveaux ont été introduits depuis quelques années dans la construction des ponts en pierre. La meilleure connaissance des qualités de la matière, d'une part, l'expérience acquise dans les très nombreux ponts métalliques, d'autre part, ont quelque peu modifié les idées sur les formes à donner à ces ouvrages. On a cherché à les rendre plus stables, plus conformes aux exigences de la théorie, et l'on a voulu aussi les rendre plus économiques, de façon à pouvoir rivaliser sur tous les points avec les ouvrages en métal.

Les ponts en pierre ont toujours la forme voûtée, l'arc pouvant varier considérablement comme tracé et comme flèche. On a suivi une voie nouvelle en les rapprochant des arcs métalliques, et l'une des premières nouveautés introduites dans leur construction a été l'emploi de rotules aux naissances. La détermination plus exacte de

que la clef de l'arc est s'était sensiblement relevée. Ce relèvement était de 11 et de 13 millimètres aux deux têtes de l'arc. Un peu après 9 heures on constata déjà, aux deux rotules des naissances, un glissement vers le bas d'environ 20 millimètres pour chacune. Ce glissement continua, et ne cessa d'augmenter, en sorte que, vers 1 heure et demie, on pouvait voir marcher la rotule d'une façon continue. Quand le déplacement eut atteint 60 millimètres, la partie supérieure de la rotule échappa forcément à la partie inférieure (fig. 7). La voûte est retomba sur son échafaudage. Au même moment, la voûte ouest, qui n'avait jusque-là donné aucun signe de glissement, échappa de la même façon à ses rotules, mais resta calée sur la maçonnerie contiguë, à ses deux retombées.

Ces retombées étant, ainsi que nous l'avons dit, en granit, ne subirent aucune rupture, au moins autant qu'on a pu en juger avant la démolition devenue obligatoire. Les voussoirs de tête seuls, en calcaire, ont été brisés par éclats.

On a calculé que la durée de la chute, jusqu'à ce que les rotules supérieures eussent de nouveau trouvé un appui sur les sommiers

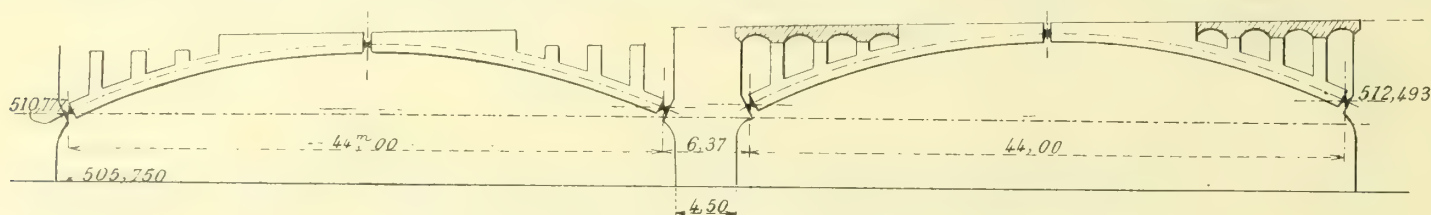


Fig. 1. — Schéma d'ensemble du pont Maximilien, à Munich.

la courbe des pressions a été le but que l'on s'est proposé. Un certain nombre d'ouvrages ainsi construits ayant donné pleine satisfaction, l'on a été plus loin, et l'adoption d'une troisième rotule à la clef a marqué un pas en avant, en précisant mieux encore le point d'application de la pression dans les différentes parties de l'arc. Un petit nombre d'ouvrages sont déjà exécutés sur ce type.

L'un d'eux, assez important, le pont Maximilien, vient d'être construit à Munich, sur l'Isar, et se trouvait sur le point d'être achevé, quand il est survenu un accident assez grave, qu'il est intéressant de connaître et d'étudier en détail.

Ce pont se compose de deux arches, dont le schéma ci-joint (fig. 1) donne la disposition d'ensemble. L'ouverture totale pour chaque arche est d'environ 45m 60, mais la portée réelle n'est que de 44 mètres, la voûte reposant sur des rotules extrêmes, à cet écartement. Une troisième rotule, de clef, se trouve au milieu de chaque arche.

Les rotules de chaque catégorie sont respectivement en ligne droite, mais non sur une même horizontale (fig. 1). Elles suivent la pente de la chaussée qui est sensiblement de 2 ‰. La flèche de l'arche, mesurée entre rotules, est d'environ 4m 85, soit un neuvième.

La largeur des massifs de voûte est de 21m 80, dont 12m 30 de chaussée et deux trottoirs de 4m 85. La voûte est constituée par des pierres de taille, en calcaire (muschelkalk), les voussoirs qui reçoivent les rotules étant seuls en granit. Les voussoirs de tête sont cependant, ici encore, en pierre calcaire, pour que le granit ne soit apparent nulle part.

Les tympans sont allégés par quatre évidements voûtés, sur lesquels doit reposer la forme de la chaussée.

L'ouvrage, naturellement construit sur cintres complets, était arrivé à l'état d'avancement suivant :

Les deux voûtes étaient complètement achevées. La travée est avait reçu les petits piliers des évidements, et ils étaient munis de leurs voûtins. A la travée ouest les petits piliers étaient faits, mais les petites voûtes reposant sur eux n'étaient pas encore commencées. Il y avait donc une légère différence de charge sur les deux voûtes : on a calculé que celle de l'est portait 33 tonnes de plus que l'autre.

La travée ouest était complètement débarrassée de ses échafaudages. La travée est, quoique un peu plus chargée, avait encore tout l'échafaudage, mais le décalage était fait, et l'arc était par conséquent complètement libre. Le décalage s'était fait simultanément pour les deux arcs, le 13 juin 1904 ; chacun d'eux était d'ailleurs symétriquement chargé, autant qu'il avait été pratiquement possible.

Du 13 au 26 juin on avait construit les voûtins de l'arc est, lorsque, le 27, on remarqua, en faisant un nivellement à 7 heures du matin,

inférieurs, a été de quatre dixièmes de seconde. Quant au bruit de la chute, il a été considérable et la secousse a fait croire, pour beaucoup de personnes, à un tremblement de terre.

La chute verticale des différentes retombées a été mesurée, et on a trouvé, en suivant l'ordre est-ouest :

Travée est, retombée est	millimètres.	366
— — — ouest		320
— ouest, — est		349
— — — ouest		318

Les rotules de clef étaient tombées : celle de l'est, de 27 millimètres ; celle de l'ouest, de 110 millimètres.

Il est intéressant de chercher l'explication détaillée de cet accident. L'examen critique de la construction a été très complètement fait par

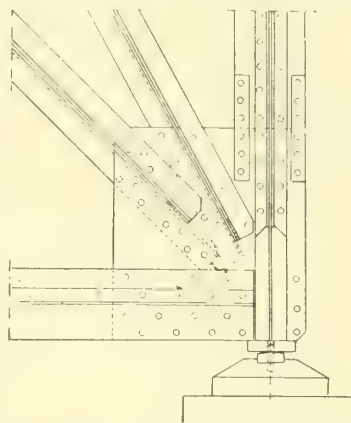


Fig. 2. — Dispositif de rotule d'appui avec goujon.

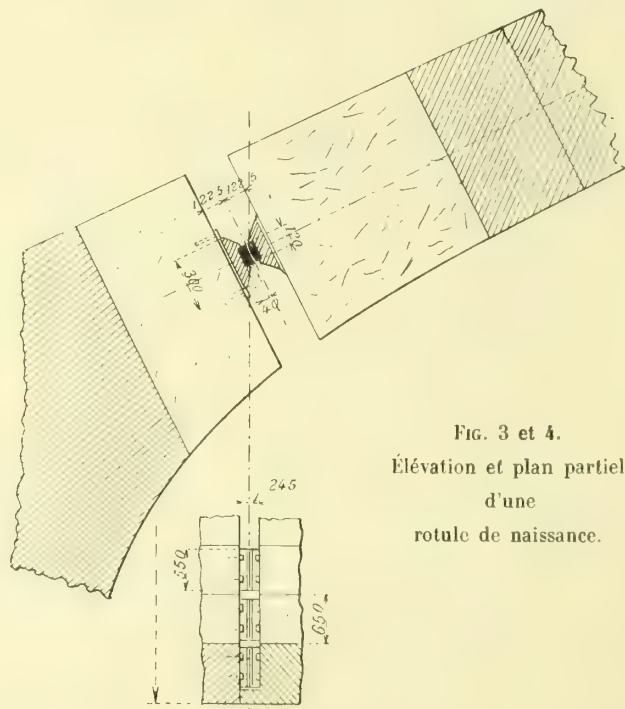


Fig. 3 et 4.
Élévation et plan partiel
d'une
rotule de naissance.

M. W. Dietz (1), dont nous résumerons ici les indications. Quelques détails sur la construction seront préalablement utiles.

Les rotules étaient construites sur le principe très couramment admis en Bavière, dans les ouvrages métalliques. Afin de se rapprocher autant que possible de l'hypothèse du contact par un point seulement, on superpose en général deux plaques en acier par leur convexité, ou, plus souvent encore, une plaque plane à une plaque convexe, de grand rayon. La figure 2 montre un de ces appuis types (2), dont il

(1) Dans la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*.

(2) Pont de Kaufering, sur le Leck.

existe un grand nombre d'exemples. Leur emploi n'offre, en général, aucun inconvénient. Mais on introduit souvent, entre les deux plaques de contact, un goujon vertical en acier, pour mieux assurer l'invariabilité de position des deux plaques.

On a cru possible d'employer ici le même dispositif, tant à la clef qu'aux retombées. Il ne semblait pas possible de faire une longue rotule unique à chaque articulation : elle aurait eu 21^m 80 de longueur. On a préféré la fractionner en rotules distinctes de 550 millimètres de longueur, avec 0^m 10 de distance entre elles. Il y en avait ainsi 33 par articulation. Leur forme est indiquée par les figures 3 à 5, où l'on voit que la plaque inférieure est creuse, avec un rayon de 3 mètres ; la supérieure est bombée à un rayon de 300 millimètres. Le sabot inférieur en fonte était maintenu en position par des tiges en fer rond, scellées dans la pierre. Les sabots supérieurs n'étaient maintenus en place que par le contact et la pression seuls. Des feuilles de plomb de 2^{mm} 5 d'épaisseur étaient

Le poids de chaque arc et les pressions sur les rotules ont été déterminés aussi exactement que possible, pour le moment de la catastrophe. Chaque voûte pesait, lors du décentrement, 2 940 tonnes. La voûte est, dont la construction était plus avancée, était arrivée au poids de 3 574 tonnes.

On a calculé que les réactions des appuis étaient à ce moment, par appui de 550 millimètres :

		<i>Voûte est :</i>			
Clef. . . .	Horizontalement.	tonnes.	104,20	Transversalement.	tonnes. 1,828
Retombée est.	Normalement.	—	116,19	—	— 2,476
Retombée ouest.	. — .	—	117,80	—	— 1,828
		<i>Voûte ouest :</i>			
Clef. . . .	Horizontalement.	tonnes.	92,80	Transversalement.	tonnes. 1,631
Retombée est.	Normalement.	—	102	—	— 0,138
Retombée ouest.	. — .	—	103,40	—	— 1,114

(Le signe ■ indique un effort de l'arc sur son appui, dirigé de bas en haut.)

Si le pont avait été achevé, et toutes les charges en place, les réactions se seraient élevées aux chiffres suivants :

Aux retombées	tonnes.	131,61	Transversalement. tonnes.	4,604
Clefs (horizontalement) . . .	—	116,70	—	— 3,367

Des chiffres précédents on peut déduire les angles de chaque réaction avec la surface sur laquelle se produit l'appui. Ceux de la travée ouest étaient très faibles, $0^{\circ} 4' 35''$ et $0^{\circ} 35' 11''$ avec la normale. C'est cette arche qui n'a pas cédé par elle-même, mais qui a été entraînée par la chute de l'autre.

Dans l'arche est, les angles étaient plus forts. On les a déterminés avant et après l'addition des voûtins de décharge à la voûte proprement dite. On a trouvé :

Pour la voûte principale seule	Retombée est . .	0° 28' 58''
— — — — —	— ouest .	0° 1' 59''
— avec les voûtins de décharge. Retombée est . .		1° 15' 30''
— — — — —	— ouest .	1° 43' 29''

Il y a donc eu des deux côtés un relèvement de la direction de la réaction, savoir :

Du côté est	1° 44' 28''
— ouest	1° 45' 28''

On peut exprimer ces angles par leurs tangentes: $\operatorname{tg} 1^{\circ}15'30''=0,022$ et $\operatorname{tg} 1^{\circ}43'29''=0,03$. Ce sont ces valeurs qui se sont donc trouvées inférieures au coefficient de frottement.

Cela semble à première vue, difficile à concevoir. Mais il faut remarquer qu'on avait eu l'idée assez singulière de polir très soigneusement les parties métalliques en contact. De plus, on les avait abondamment graissées avec de la stéarine. Le motif de ces deux opérations échappe complètement. Il a dû évidemment sembler qu'aucun mouvement n'était à craindre ; mais on ne s'explique néanmoins à aucun degré qu'on ait, de gaieté de cœur, rendu le glissement aussi facile que possible. On avait même supprimé le goujon de sécurité dont nous avons plus haut indiqué l'emploi fréquent, et qui, devant la nouveauté du cas et l'incertitude de la réussite, semblait doublement conseillé ici.

Il est permis de croire que l'existence d'une rotule métallique à la clef n'a pas peu contribué à permettre l'accident. Ces rotules étaient constituées comme celles des appuis, mais il est probable que les grains d'acier étaient ici tous deux légèrement convexes. L'équilibre résultant est, dans ce cas, extrêmement voisin de l'instabilité. Le moindre mouvement peut augmenter cette instabilité, et c'est, semble-t-il, exactement ce qui s'est produit.

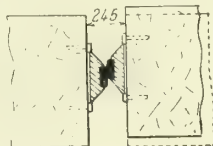


FIG. 6.
Position des rotules de clef
après l'accident.

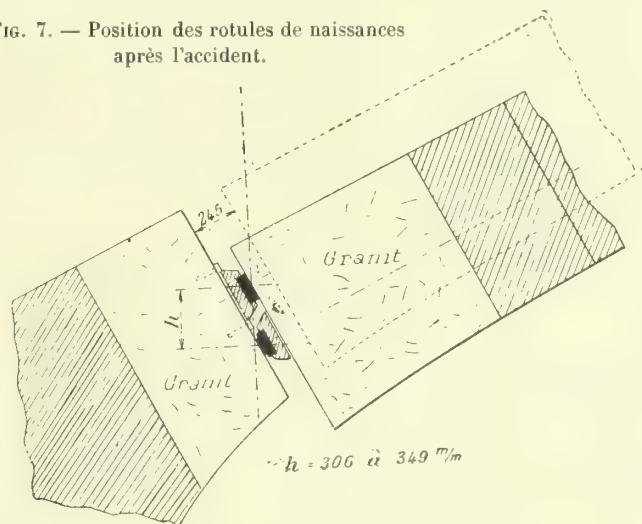
On répondra peut-être que le coefficient de frottement qui a été vaincu, 0,022 et 0,030, est si faible, qu'il est à peine concevable qu'il ait pu exister entre des surfaces aussi fortement pressées que l'étaient les grains d'acier. Ce sont, en effet, des coefficients à peine réalisés dans les parties en mouvement, arbres et pivots. Le fait est cependant constant: on a vu et suivi pendant cinq à six heures ce mouvement, et il est indéniable.

A ce propos, l'attention a été rappelée sur des expériences de frottement qui ont été faites en 1901, par M. Föppl, professeur à Munich même. Expérimentant sur des appuis à rotules, sur un rouleau de 50 millimètres de diamètre, il les a soumis à des pressions croissantes et il a obtenu des résultats inverses à ceux de Rennie, qui opérait aussi sous des pressions unitaires élevées. M. Föppl a, dans toutes ses expériences, constaté une diminution du coefficient de frottement à mesure que la pression s'élevait. Il a obtenu des chiffres très intéressants qui peuvent être résumés comme suit :

Entre métaux bruts, acier et fonte sans lubrifiant. . . Fr.	0,235 à 0,216
Avec graissage à l'huile pour machines.	0,191 et 0,192
— à la graisse pour machines	0,171 à 0,148
— au suif	0,015 à 0,039
— à la stéarine	0,022 à 0,005
— au mélange de 1 de suif et 3 de stéarine .	0,011 à 0,0033
— à la paraffine.	0,0062 à 0,0025

Ces résultats auraient dû, semble-t-il, donner l'éveil et faire éviter l'emploi, inexplicable d'ailleurs, de la stéarine. On voit que les coefficients trouvés par le calcul, après l'accident, semblent absolument confirmer ceux des expériences.

FIG. 7. — Position des rotules de naissances après l'accident.



Une seule remarque nous paraît susceptible d'ajouter quelque chose à l'explication donnée. Peut-être n'a-t-on pas pu évaluer avec une précision aussi mathématique que le suppose le calcul, la position du centre de gravité des masses construites. Elles ont été cubées avec un soin minutieux, mais il n'est pas interdit de croire qu'il peut y avoir eu, par-ci par-là, quelque différence de densité, quelque légère variation de dimensions. Cela suffirait pour modifier la distribution du poids, et conséquemment aussi les angles de la réaction aux appuis. Quand on se trouve aussi exactement à la limite même de l'instabilité, une déviation insignifiante des conditions théoriques peut conduire à la ruine. C'est ce qui certainement a eu lieu dans le cas actuel.

Il n'est pas moins certain que l'adoption d'un des types aujourd'hui bien éprouvés de rotule véritable, demi-cylindrique par exemple, reposant dans des alvéoles sensiblement égaux, eût complètement évité tout accident semblable. On s'en est écarté pour des raisons théoriques raffinées, et on a simplement manqué le but (1).

T. S.

(1) Ainsi que nous l'avons récemment signalé (*Génie Civil*, t. XLVII, n° 4, p. 72), le pont Maximilien a été repris au moyen de cintres établis sur vérins et relevé dans sa position normale avec plein succès. Nous aurons sans doute l'occasion de revenir sur le détail de ces travaux.

(N. D. L. R.)

NAVIGATION

PROCÉDÉS ACOUSTIQUES POUR LE SONDAGE

et la transmission des signaux à bord des navires.

Il y a plusieurs années déjà qu'on cherche à utiliser l'eau comme véhicule pour la transmission des signaux acoustiques à bord des navires.

Les recherches, dont l'issue avait été compromise un moment par les progrès rapides de la télégraphie sans fil, ont été reprises à nouveau parce qu'elles peuvent donner un résultat que la télégraphie sans fil ne saurait atteindre. Il s'agit du signalement de tout navire, et notamment des sous-marins, dans un rayon donné autour du navire porteur des appareils, ainsi que du sondage, pour ainsi dire automatique, avertissant ce même navire de la présence de hauts fonds.

La transmission des signaux acoustiques se fait très mal dans l'air : ses variations de densité qui sont notables par rapport à sa densité moyenne, les perturbations atmosphériques qui modifient la direction, l'intensité et même la hauteur des sons, le rendent tout à fait impropre à une transmission sûre.

La transmission du son par l'eau se fait, au contraire, toujours de la même façon ; ses variations de densité sont inappréciables au voisinage de la surface et tout à fait nulles dès qu'on atteint la profondeur correspondant à 4 degrés, température du maximum de densité ; enfin la vitesse de transmission étant plus de quatre fois plus grande que dans l'air, l'influence des courants, dont la vitesse absolue est d'ailleurs incomparablement moindre que celle des courants d'air est tout à fait négligeable.

Il était donc naturel de chercher à employer l'eau comme véhicule du son.

Nous allons exposer d'abord ce qui a été fait en ce qui concerne la transmission proprement dite des signaux de navire à navire ou de navires aux postes sémaphoriques et *vice versa*, ainsi que le signalement de navires ou de bouées à cloches situés dans les parages du navire observateur ; puis nous indiquerons le procédé qui a été imaginé pour sonder les grandes ou les petites profondeurs et qui est applicable au signalement des hauts fonds.

Transmission des signaux et signalement des navires. — Les premiers essais de quelque valeur tentés dans cette voie depuis les expériences de Colladon et Sturm ont été exécutés en 1894, par M. A. Johnson et M. L. Blake, actuellement professeur à l'Université de Kansas. Leurs expériences ont montré que les sons transmis par l'eau traversent facilement les parois des navires et sont perçus directement dans la cale ; les parois de la *Constitution*, vieille frégate américaine qui servit aux essais, avaient 0^m 50 d'épaisseur. La guerre hispano-américaine interrompit ces recherches.

En 1898, M. A. Mundy, de Boston, entreprit avec M. E. Gray, de Chicago, de nouvelles expériences, qui durèrent jusqu'en 1902. Ils firent de nombreux essais mais sans succès, en utilisant des récepteurs de son à microphones qu'on descendait dans l'eau.

Il subsiste cependant des travaux de M. Mundy l'emploi d'un appareil récepteur grâce auquel on peut recevoir les sons à l'intérieur du navire. Il avait constaté dans son laboratoire ce fait que, si l'on place un vase rempli de liquide à l'intérieur d'un récipient vide en fer flottant sur l'eau et le vase touchant la paroi du récipient en fer, un microphone immergé dans le vase reçoit très bien le son d'une cloche agitée dans l'eau extérieure ; au contraire, il reçoit beaucoup moins bien le son si, au lieu d'être immergé, il est simplement placé contre la paroi du récipient en fer.

Pour réaliser ces conditions sur le navire, il fixa à l'intérieur de la coque, au-dessous de la flottaison, un réservoir contenant un liquide et une boîte étanche renfermant elle-même le microphone. Malheureusement, on n'entendait au récepteur qu'un bruit sourd provenant des bruits du navire transmis par sa paroi jusqu'au microphone, et ces bruits étaient assez intenses pour couvrir les signaux.

Les inventeurs qui reprirent les essais de M. Mundy, après de nouveaux insuccès donnés par le microphone immergé extérieurement, revinrent au réservoir intérieur. Ils trouvèrent d'abord que les dimensions du réservoir, qui agit comme un résonateur, influent sur la transmission du son.

La Submarine Signal C^o finit par trouver la vraie solution. C'est cette solution qu'expose M. J. B. Millet, dans un mémoire qu'il a présenté à l'Institution of Naval Architects, le 14 avril 1905. Par des recherches systématiques, on découvrit le moyen de supprimer les bruits du navire, en plaçant le résonateur sous la flottaison en certains points déterminés de l'arrière et à une certaine hauteur déterminée au-dessus de la quille, ces points correspondant vraisemblablement à des nœuds de vibrations ; de plus, dans le réservoir, on mettait un liquide plus dense que l'eau de mer ; enfin, les transmetteurs étaient accordés pour des notes aiguës, et non pour des sons graves. Dès lors, les sons émis par les cloches sous-marines et certains bruits, tels que ceux des hélices de bateaux, furent aisément entendus.

L'appareil résonateur-transmetteur est représenté figure 1. On dispose deux de ces appareils, l'un à bâbord, l'autre à tribord ; tous deux sont reliés par des fils au récepteur de la cabine du capitaine (fig. 2) qui, par le jeu d'un commutateur, entend les sons transmis à bâbord ou à tribord ; en comparant les intensités de ces deux sons, il conclut à la direction du signal entendu. Si ces intensités sont égales, c'est que le bateau se dirige vers le signal. Avec un peu d'habitude, le capitaine peut assigner au son une direction très précise quelle que soit la distance.

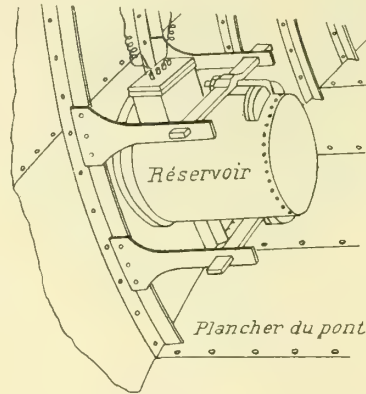


Fig. 1. — Appareil résonateur-transmetteur.

La portée, au début de l'emploi de l'appareil, était estimée à 5 kilom. environ, mais avec un peu d'expérience, elle peut atteindre jusqu'à 20 kilom. dans un bateau marchant à 15 nœuds. Les marées, les hautes vagues et les vents n'influent en rien sur la transmission des sons.

En même temps que ces dispositions étaient arrêtées, on fit des recherches pour déterminer les meilleures cloches sous-marines.

On trouva que le meilleur type était une cloche à son aigu, à bord très épais, d'ailleurs très mauvaise pour la production des sons dans l'air. Le battant est mû à distance par un électro-aimant placé dans une boîte étanche.

La Compagnie étudia trois types de signaux correspondant aux phares fixes ou flottants, et aux bouées à cloche fonctionnant par le mouvement des vagues. Des postes furent établis sur la côte de l'Atlantique et furent parfaitement reconnus au moyen des sons qu'ils émettaient par des bateaux faisant le service entre Boston et New-York.

Le procédé vient d'être adopté par le Gouvernement canadien et par le Service des Phares des États-Unis.

Plus récemment, des essais ont été faits pour transmettre des signaux d'un bateau à l'autre par le même principe. Ils ont très bien réussi ; les deux bateaux marchaient à 14 nœuds.

Enfin, des essais ont été entrepris pour appliquer ce système à la marine de guerre des États-Unis. Les premières expériences avec sous-marins et torpilleurs, dont la poursuite se continue, ont montré que les sous-marins peuvent être parfois signalés et localisés à d'assez grandes distances, à 1 600 mètres, par exemple ; des signaux ont même été reçus par un

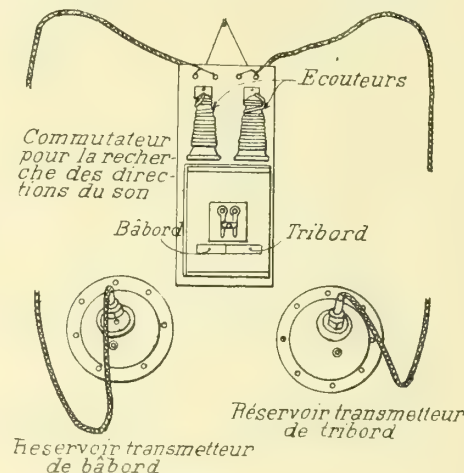


Fig. 2. — Appareil récepteur.

sous-marin à une distance de 3 200 mètres. Enfin, tout récemment, un steamer a pu en localiser un autre par le seul bruit de ses hélices, à une distance de plus de 7 kilomètres.

Sondage électro-acoustique et signalement des hauts fonds. — La détermination de la profondeur de la mer se fait généralement au moyen d'une masse lourde appelée sonde, attachée à une ligne, dont on mesure la longueur immergée lorsque cette masse arrive au contact du sol, mais ce sondage à la main présente quelquefois de grandes difficultés et a l'inconvénient de ne pas permettre de faire cette opération d'une façon suivie et régulière. L'appareil que nous allons décrire, d'après l'*Electroteknisk Tidsskrift*, de Copenhague, est au contraire destiné à donner dans toutes les circonstances, la profondeur de la mer au-dessous d'un bateau, d'une façon absolument continue et de relever ainsi, automatiquement, le profil du fond sur tout le trajet qu'il parcourt. C'est un appareil électro-acoustique qui mesure cette profondeur en évaluant le temps que met un son à arriver au contact du sol et à revenir par réflexion au bateau.

Il se compose, comme le montre la figure 3, de trois appareils distincts : d'un appareil d'émission du son *h*, d'un récepteur *i*, placés chacun sur une des murailles verticales du navire et ouverts du côté

de l'eau, et d'un appareil enregistreur qui inscrit sur une feuille de papier les indications qui lui sont transmises par le deuxième de ces appareils. L'appareil émetteur des sons est constitué par un cornet acoustique fermé à l'arrière par un diaphragme *h* sur lequel vient frapper un marteau *g* actionné par un électro-aimant *f*, chaque fois que le circuit *e* de celui-ci est fermé, c'est-à-dire au passage d'un ergot *c* de la roue *a*, qui tourne assez lentement et d'un mouvement continu autour de son axe, devant le contact *d*.

L'appareil récepteur est également constitué par un cornet acoustique *i*, mais celui-ci est muni d'un microphone *k*, dont les fils aboutissent au récepteur téléphonique *l*. La plaque de celui-ci vibre aussitôt que le son revient à ce récepteur, mais, comme il vibre sous l'action d'un son quelconque et qu'on ne doit recueillir absolument que ceux qui proviennent de l'appareil émetteur, on a placé en avant de cette plaque un tuyau *n* formant boîte de résonance, qui vibre seulement lorsque *l* donne le son de même hauteur que celui qui est produit ; il le transmet alors, très renforcé, à la plaque vibrante *m*. Les mouvements de celle-ci provoquent la fermeture d'un circuit *q* dans lequel est intercalé un électro-aimant *r*.

L'appareil enregistreur se compose d'un disque tournant *a*, qui porte le contact *c* prolongé par la lame métallique *Y*.

Ce doigt *c* agit au passage sur un petit levier *I*, qui porte, d'une part, l'armature *s* de l'électro *r* et, d'autre part, une roulette de contact *K* qui peut fermer, alternativement et par l'intermédiaire des lames *L* et *M*, les circuits des deux électros *B* et *C*. Ces deux électros sont traversés par un axe *E*, sur lequel tournent folles deux roues coniques, recevant du pignon *A* des mouvements continus de sens inverses ; cet axe porte en outre une roue droite *D*, également folle, formant armature des électros et entraînée avec l'une ou l'autre des roues coniques suivant que l'un ou l'autre de ces électros est excité. La roue droite *D* transmet son mouvement à une roue *F* por-

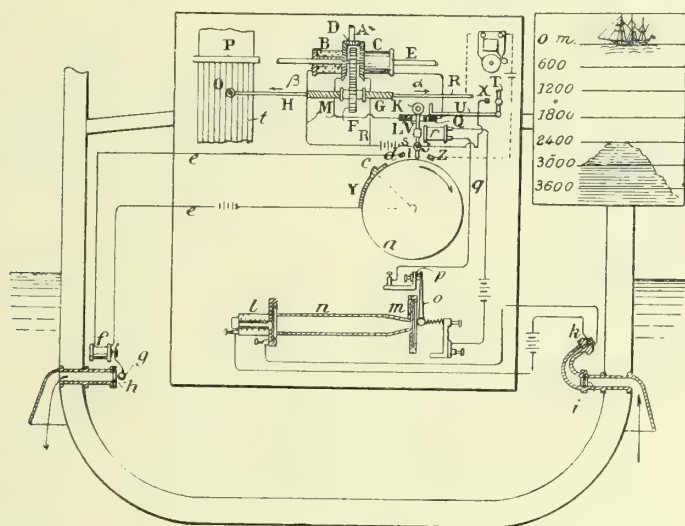


Fig. 3. — Appareil électro-acoustique pour le signalement des hauts fonds et le sondage.

tant un écrou agissant sur le filetage *G* d'une tige *H*, dont l'une des extrémités porte un crayon se déplaçant en face d'une feuille de papier et dont l'autre bout vient buter contre le bras d'un petit levier *T*, commandant un talon *U* qui ramène la roulette de contact *K* à sa position moyenne neutre.

En même temps que le doigt *c* touche le contact *d* et que le son a été émis par le cornet *h*, le doigt *c* pousse le levier *I*, de manière à fermer par l'intermédiaire de la plaque *L* et la roulette *K*, le circuit de l'électro *B*. A partir de ce moment, la roue *D* est entraînée dans un sens tel, que la tige filetée *H* avance dans la direction de la flèche β . Aussitôt que le son sera revenu en *i*, la fermeture du circuit *q* de l'électro *B* provoquera le retour en arrière du levier *I*, qui porte son armature *s*, et par suite, la fermeture du circuit de l'électro *C*, après ouverture de celui de *B*. L'électro *C* forcera alors les roues *D* et *F* à tourner en sens inverse, et la tige filetée *H* reviendra en arrière dans la direction de la flèche α , après que le crayon qu'il porte aura inscrit sur le papier, une droite de longueur proportionnelle au temps que le son aura mis à aller au fond de la mer et revenir à la surface, donc à sa profondeur. Le retour en arrière de cette tige est d'ailleurs limité par son entrée en contact avec le levier *T* qui ramènera le levier *I* et le contact *K* à leur position neutre.

Pour pouvoir utiliser cet appareil comme sonnette d'alarme, indiquant que le fond est trop haut pour la sécurité du navire, on l'a complété par le dispositif suivant : au delà du levier *q* et au-dessus de la roue *a* est placé un deuxième contact *Z* relié à une sonnerie dont l'autre fil aboutit à l'arbre *H*. Si le son revient avant qu'il se soit écoulé une fraction de seconde déterminée, la lame *Y* sera

encore au contact de la touche *Z* ; donc la fermeture du circuit de *r* amènera le contact entre le levier *q* et cette lame *Y* et, par suite, la fermeture du circuit de la sonnerie par l'intermédiaire de l'arbre *H*, qui n'aura pas encore quitté le contact *X* relié au levier *q*. La sonnerie se mettra alors en branle ; au contraire, elle restera silencieuse si le temps écoulé entre le départ du son et son retour est assez long pour que la lame *Y* se trouve hors de portée du levier *q*, quand celui-ci est ramené en arrière par l'électro-aimant *r*.

Comme nous le disions en commençant, cet appareil trace un véritable profil du fond sous le navire pendant son trajet, et ce profil est donné par la courbe reliant les extrémités des lignes tracées par son crayon : la partie couverte par ces lignes représente la masse du sol, et la partie vide du tracé, l'eau.

Ch. DANTIN.

VARIÉTÉS

La sécurité à bord des sous-marins.

La construction des sous-marins étant tenue assez secrète dans tous les pays, on ne peut faire que des hypothèses sur la nature et le mode de fonctionnement des appareils de sécurité mis à la disposition des équipages qui les montent. Le public sait vaguement qu'il existe un appareil ultime de secours, consistant en un ou plusieurs poids lourds, qui, déclenchés, donnent de la flottabilité au navire et lui permettent de remonter à la surface alors que tous les autres moyens ont échoué. L'accident du *Farfadet* semble prouver que ce déclenchement doit être fait à temps pour que la sécurité qu'on attend du poids ne soit pas illusoire, puisque, effectué trop tard, alors que le navire était déjà fort envasé, celui-ci n'aurait pas pu se dégager bien que les poids eussent été déclenchés.

L'accident du *Farfadet*, comme ceux des deux sous-marins anglais *A1* et *A8*, qui se sont produits tout récemment, montrent qu'en Angleterre comme chez nous, on semble s'être préoccupé assez peu de fournir à l'équipage des moyens d'échapper à la mort dans le cas où le navire seul devrait être en péril.

Dans les trois cas, l'échec des secours laisse supposer que rien n'a été prévu dans cet ordre d'idées ; il est donc intéressant de signaler certains moyens que les récents désastres ont suggérés à quelques inventeurs.

Faisons remarquer en passant l'absence de systèmes de renflouage organisés dans le port de Bizerte où l'on a dû avoir recours à des moyens de fortune toujours lents et insuffisants, et à un matériel qui a d'ailleurs été fourni en majeure partie par des organismes étrangers à l'administration de la Marine. Cette absence de moyens de renflouage est presque complète en France, mais il n'en est pas de même à l'étranger (1).

M. Stephen H. Terry propose dans l'*Engineer*, du 30 juin, de munir la partie supérieure de la coque d'un ou de deux évidements dans lesquels se logeraient exactement une bouée et, attaché à cette bouée, un câble enroulé sur un tambour fixe dont l'arbre traverserait un presse-étoupe. En temps ordinaire, la bouée, étant retenue par un système à dé clic manœuvrable de l'intérieur, ne dépasserait pas la surface de la coque dont elle constituerait un simple prolongement. En cas d'échouage, la bouée serait déclenchée, et monterait à la surface en dévidant son câble, indiquant exactement aux sauveteurs l'emplacement exact du navire. Ce câble pourrait être utilisé soit comme haussière après avoir été attaché à des pontons-allèges ou à des grues flottantes, soit comme brin de conduite pour un câble plus fort qu'il serait possible d'enrouler de quelques tours sur le tambour du sous-marin pour obtenir par adhérence une attache suffisante. Cette manœuvre serait faite de l'intérieur du navire par l'équipage, au moyen d'un treuil à bras.

M. Terry prévoit une longueur de câble de 40 mètres, profondeur maximum des eaux dans lesquelles les sous-marins sont appelés à évoluer ; profondeur déjà assez grande aussi pour gêner les opérations de renflouage nécessitant la descente des plongeurs, ceux-ci ne pouvant guère travailler facilement et longtemps au delà de 30 mètres. Dans ces conditions, si le câble est simplement porteur et si deux semblables appareils sont disposés sur le navire, chacune des deux bouées cylindriques n'aurait pas plus de 90 centimètres de diamètre et de 75 centimètres de hauteur. La profondeur totale de l'évidement pour la bouée et le tambour avec câble enroulé ne dépasserait pas 1^m 40.

Dans le même journal, M. C. Scott Snell, se préoccupant seulement de sauver l'équipage, montre qu'il serait très simple de munir le sous-marin d'un nombre suffisant de casques respiratoires restant rigides pour une pression correspondant à une profondeur de 40 à 50 mètres et munis d'appareils producteurs ou régénérateurs d'air respirable pendant une vingtaine de minutes. Le sous-marin ayant sombré, chacun des hommes s'équiperait de son casque ; on ouvrirait des valves

(1) Voir dans le *Genie Civil* : Le renflouement des navires, t. XLVI, n° 25, p. 409.

spéciales d'entrée d'eau de façon à admettre celle-ci dans l'intérieur du navire, ce qui, égalisant la pression des deux côtés de l'écouille, permettrait son ouverture facile et la sortie individuelle de chacun des hommes de l'équipage. Si l'on suppose, en effet, qu'un quart de mètre carré est suffisant comme surface de l'écouille, on voit que l'effort nécessaire à son ouverture, sans admission de l'eau à l'intérieur, serait déjà de 2 500 kilogr. pour une profondeur de 10 mètres.

Un autre procédé qui a été indiqué, et qui paraît si simple qu'on se demande comment on n'y a pas songé plus tôt, serait de munir la coque, en différents points, de tampons de très petites dimensions que des plongeurs pourraient ouvrir de l'extérieur sans grande difficulté et auxquels on adapterait des tuyaux d'amenée d'air. On pourrait même prendre pour l'ouverture des tampons des dispositions telles que ceux-ci soient faits assez larges pour qu'on puisse introduire par les tuyaux des victuailles, qui, par exemple, seraient enfermées dans des bouteilles.

Il conviendrait évidemment de disposer un assez grand nombre de ces tampons de façon que quelques-uns d'entre-eux soient toujours accessibles dans le cas où une partie du sous-marin serait envasée.

Cette dernière disposition qui ne nécessiterait l'intervention des plongeurs que pendant un temps très court, paraît réalisable même aux profondeurs assez grandes : elle n'exposerait les naufragés à aucun aléa et permettrait de disposer du temps nécessaire pour organiser normalement le renflouage.

Les nouvelles locomotives express des chemins de fer de l'État bavarois.

Les locomotives pour trains express des chemins de fer de l'État bavarois étaient devenues insuffisantes. La vitesse et la charge des trains, sur des lignes à profil souvent accidenté, avaient crû dans des proportions telles que la construction de nouvelles machines, plus puissantes s'imposait. D'après le programme, dont la réalisation fut confiée aux Établissements Maffei, de Munich, ces locomotives devaient pouvoir :

1° Remorquer des trains de 300 tonnes, à la vitesse moyenne de

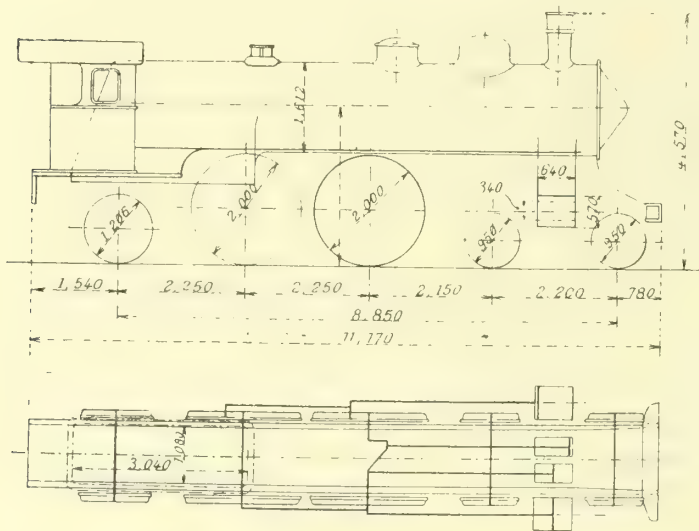


FIG. 1 et 2. — Locomotive compound express des chemins de fer de l'État bavarois, à 2/5 essieux accouplés.

100 kilom. à l'heure en palier et à celle de 60 kilom., sur rampes de 10 et 11 millimètres par mètre. En outre, la fréquence des arrêts donnait une importance spéciale à la question de la rapidité des démarrages ;

2° Remorquer des trains de 230 tonnes, aux vitesses respectives de 120 et 70 kilom., sur les mêmes profils que ci-dessus. Les approvisionnement seraient suffisants pour un parcours d'au moins 200 kilom. sans arrêts.

Il fut décidé que, pour satisfaire à ce programme, on construirait deux types de locomotives compound express : l'un à 3/5 essieux, pour les trains lourds, l'autre à 2/5 essieux, pour les trains relativement légers. Les puissances à développer, dans l'un et l'autre cas, étant sensiblement les mêmes (de 1 200 à 1 400 chevaux), un type unique de chaudière fut adopté. L'analogie a été poussée encore plus loin, dans le but de faciliter le service et l'entretien, car les cylindres, les mécanismes, les châssis et les bogies de ces deux séries de machines sont identiques, ce qui assure l'interchangeabilité de tous les organes sauf les trains de roues.

Les figures 1 à 4 en montrent les dispositions générales et le tableau ci-après donne leurs principales conditions d'établissement.

Locomotives.	Type à 2/5 essieux.	Type à 3/5 essieux.
Diamètre des cylindres H. P. (d) . . . millimètres.	340	340
— B. P. . . .	570	570
Course des pistons (l) . . .	640	640
Timbre de la chaudière (p) . . . atmosphères.	16	16
Diamètre intérieur moyen de la chaudière . mètres.	1,57	1,57
Nombre de tubes . . .	283	283
Diamètre extérieur des tubes . . . millimètres.	52	52
Longueur des tubes . . . mètres.	4,55	4,55
Surface de chauffe du foyer, en contact avec le feu . . . mètres carrés.	14,5	14,5
Surface de chauffe des tubes, en contact avec le feu . . . mètres carrés.	191	191
Surface de chauffe totale, en contact avec le feu . . . mètres carrés.	205,5	205,5
Surface de grille . . .	3,28	3,28
Hauteur de l'axe de la chaudière au-dessus du rail . . . mètres.	2,86	2,80
Diamètre des roues motrices (D) . . .	2,00	1,87
— du bogie . . .	0,95	0,95
— porteuses d'arrière . . .	1,20	»
Poids à vide de la locomotive . . . tonnes.	61,6	62,2
Poids en ordre de marche . . .	68,0	68,6
Poids adhérent . . .	32,0	45,6
Effort théorique de traction $1,5 \frac{pd \cdot l}{D}$. kilogrammes.	9171	9809

Tenders (1).

Nombre des essieux . . .	4
Diamètre des roues . . . mètres.	1,00
Empattement des bogies . . .	1,75
Longueur hors tampons . . .	7,44
Contenance en eau . . . mètres cubes.	22
— en combustible . . . tonnes.	6
Poids à vide du tender . . .	22
Poids en ordre de marche . . .	50
Longueur totale de la locomotive et du tender attelés . . . mètres.	19,25

On remarquera que les cylindres à vapeur, au nombre de quatre, sont placés sur une même ligne de front, ceux de haute pression à l'intérieur et ceux de basse pression à l'extérieur des longerons. Cette disposition présente quelques avantages parmi lesquels nous mention-

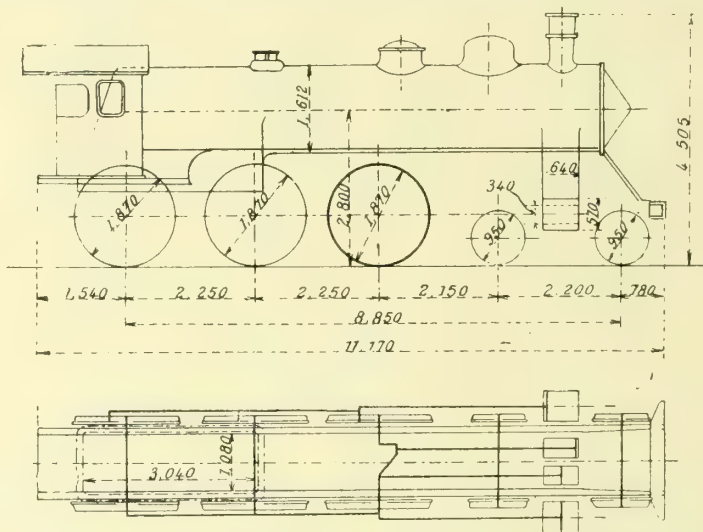


FIG. 3 et 4. — Locomotives compound express des chemins de fer de l'État bavarois, à 3/5 essieux accouplés.

nerons : la suppression des caissonnements entretoisant les petits cylindres des locomotives compound, en usage sur les réseaux français, qui alourdissent la machine et rendent difficilement accessibles les organes intérieurs ; la simplification des distributions, qui sont communes à chaque groupe de cylindres (côté droit et côté gauche) de la locomotive ; la réduction au minimum de la longueur des tuyaux de communication entre les cylindres H. P. et B. P. Les tiroirs sont cylindriques ; ils sont actionnés par des mécanismes Walschaert extérieurs. Les longerons sont constitués, suivant la pratique américaine, par des barres forgées, ce qui donne à l'ensemble de la machine un aspect de légèreté que n'ont généralement pas les locomotives européennes, dont le châssis est formé de tôles et cornières.

Le foyer repose, par l'intermédiaire de cales en bronze, sur les longerons, ce qui a permis d'augmenter sensiblement la largeur de la grille. La boîte à feu est à berceau cylindrique ; son enveloppe de pourtour est d'une seule pièce. Les robinets, qui fonctionnent généralement mal et sont peu étanches aux fortes pressions, ont été remplacés par des vannes.

1. Les tenders sont identiques pour les deux types de machines.

Les bogies possèdent un pivot central et deux rotules latérales hémisphériques; ils ont un déplacement latéral contrôlé par des ressorts de rappel à lames, déplacement suffisant pour que les machines puissent circuler facilement dans des courbes de 180 mètres de rayon.

Le cylindres sont munis de soupapes de sûreté et de soupapes de rentrée d'air. Un mécanisme automatique de démarrage donne le moyen d'introduire directement de la vapeur vive dans le réservoir intermédiaire, lorsque le changement de marche atteint le cran correspondant de 70 % d'admission dans les petits cylindres.

Tous les essieux sont freinés, même ceux du bogie. Comme appareils accessoires, citons l'indicateur de vitesse système Haussmaelter, un détendeur pour le chauffage du train par la vapeur, un graisseur mécanique Limon, pour les cylindres.

Les tenders, à deux bogies, sont identiques pour les deux types de machines. D'après les renseignements donnés par l'*Organ für die Forts. des Eisenbahnw.* (1), 10 locomotives à 2/5 essieux et 13 à 3/5 essieux sont actuellement en service sur le réseau de l'État bavarois et 15 autres locomotives de ce dernier type sont en construction.

Essais divers sur les ciments de Portland.

L'étude du ciment de Portland et des conditions de son emploi fait l'objet de recherches poursuivies méthodiquement depuis quatre ans dans les laboratoires de l'arsenal de Watertown (États-Unis).

L'*Engineering Record*, du 6 mai, publie le compte rendu d'une conférence faite, par M. J. E. Howard, à l'Association américaine des fabricants de ciment de Portland, dans laquelle les résultats de ces recherches sont exposés d'une façon détaillée. Nous en extrayons les plus intéressants.

Densité. — La densité moyenne d'un ciment de Portland fraîchement fabriqué est voisine de 3,10. L'hydratation diminue la densité qui varie, lorsque cette hydratation est complète de 2,50 à 2,70.

La prise totale ne se produit qu'après plusieurs jours; la densité et la rapidité de prise dépendent des conditions dans lesquelles se trouve le lieu où se fait la prise et de la grosseur des grains du ciment. Un ciment qui prend sous l'eau a une densité finale inférieure à celle du même échantillon qui fait prise dans l'air. Si l'eau employée est chaude, la densité aux divers moments de la prise est plus petite que si l'eau est froide.

Après une demi-heure de prise, un ciment dont le grain a plus de 0^{mm} 14 de diamètre a une densité de 3,04, tandis que celui dont le diamètre du grain est inférieur à 0^{mm} 07 a une densité voisine de 2,72. Après cinq jours de prise, l'écart diminue mais subsiste encore, les densités sont respectivement 2,94 et 2,68. Cette prise plus rapide du ciment finement broyé est une des raisons qui le font rechercher.

Résistance des ciments éventés. — Pour étudier comment varie la résistance d'un ciment qui n'est pas mis en œuvre presque aussitôt après sa préparation, M. Howard opéra de la façon suivante. Une certaine quantité de ciment était mélangée à 28 % environ de son poids d'eau. D'heure en heure on prélevait successivement divers échantillons qu'on moulait et qu'on laissait prendre à l'air. Avant de prélever un nouvel échantillon, on ajoutait au ciment restant dans l'auge la quantité d'eau nécessaire au maintien de la plasticité; vers la dixième heure on dut ajouter beaucoup plus d'eau qu'auparavant.

Après un mois de prise on mesurait la résistance de chacun des échantillons. Les essais ont montré que la résistance varie peu jusqu'à la huitième heure; à ce moment il y a une chute brusque et ensuite diminution lente. Le ciment soumis aux essais, moulé dès sa préparation, avait une résistance de 500 kilogr. par centimètre carré; moulé huit heures après, la résistance était encore supérieure à 420 kilogr., tandis qu'à la dixième heure elle n'était plus que de 210 kilogrammes.

La résistance des divers échantillons prélevés jusqu'à la vingt-quatrième heure variait peu, elle était encore voisine de 100 kilogr. à la soixante-quatrième heure.

Les résultats de ces essais sont intéressants, en ce qu'ils prouvent qu'on s'exagère généralement la perte de valeur d'un ciment qui n'est pas employé sur le champ.

Élévation de température durant la prise. — Les essais ont porté sur des cubes de 0^m 300 de côté formés de ciment pur additionné d'environ 25 % d'eau.

La température s'élève lentement pendant les trois premières heures, subit un accroissement rapide de la troisième à la septième heure, passe par un maximum de 103 degrés et diminue ensuite assez lentement. Le centre du cube ne reprend la température ambiante que vers la quarantième heure.

L'élévation de température pendant la prise des mortiers de ciment est beaucoup moindre et se produit plus lentement. Pour un mortier formé de parties égales de ciment et de sable, le maximum, 55 degrés, ne se manifeste qu'à la dix-huitième heure.

Si à l'eau froide on substitue de l'eau chaude, le maximum de température est plus élevé et se produit plus rapidement. L'effet inverse est constaté si, dans le mélange, on emploie plus d'eau froide que la proportion indiquée plus haut.

Influence des basses températures sur la résistance des ciments. — Une quantité suffisante de ciment était préparée et deux échantillons y étaient prélevés; l'un faisait prise à la température ordinaire; l'autre, immédiatement congelé, était maintenu à une température voisine de 20 degrés jusqu'au jour précédant la mesure de la résistance.

De ces expériences il résulte que : 1° les basses températures retardent la prise sans l'arrêter complètement; 2° la résistance s'accroît rapidement dès que l'échantillon est exposé à l'air libre et atteint, après plusieurs jours, presque la même valeur que celle de l'échantillon qui n'a pas été congelé.

Prise sous haute pression. — Les mélanges ciment et eau étaient placés dans des cylindres en acier dans lesquels un piston exerçait pendant plus de quarante heures une pression variant de 500 à 1 000 kilogr. par centimètre carré. Les échantillons, sortis du cylindre, étaient essayés un ou deux mois après; les résistances mesurées atteignaient trois et quatre fois la valeur de celle obtenue dans les conditions de prise normale.

P. R.

École Centrale des Arts et Manufactures.

Liste, par ordre de mérite, des élèves ayant obtenu le Diplôme d'Ingénieur des Arts et Manufactures ou le Certificat de capacité.

ÉLÈVES SORTANT A LA FIN DE L'ANNÉE SCOLAIRE 1904-1905.

I. Diplômes.

1 Jacobson; - 2 Guillemain; - 3 de Pistove; - 4 Boutin; - 5 Cuny; - 6 Bordier; - 7 Tschæen; - 8 Heurtault; - 9 Gros; - 10 Pierron; - 11 Vaillant; - 12 Cabrol; - 13 Dozoul-Dozoul; - 14 Cochet; - 15 Mennesson; - 16 Comte; - 17 Oertlé; - 18 Louchet; - 19 Garaix; - 20 Jean Royer.

21 Legrand; - 22 d'Welles; - 23 Coulon; - 24 Van de Velde; - 25 Chevillard; - 26 Lefebvre; - 27 Déjardin; - 28 Dufay; - 29 Raynaud; - 30 Valabrière; - 31 Souville; - 32 Mahé; - 33 Lewy; - 34 Lartigau; - 35 Rendu; - 36 Passavant; - 37 Brumm; - 38 Godde; - 39 de Frassu; - 40 Gouyard.

41 Erhard-Schieble; - 42 Bouvet; - 43 Desarces; - 44 Guérinand; - 45 Vogt; - 46 Perdreau; - 47 Marty; - 48 Roussel; - 49 Nédonsel; - 50 Bernard; - 51 Loutz; - 52 Resch; - 53 Ract; - 54 Schnell; - 55 Foulon; - 56 Morand; - 57 Lacroix; - 58 André Moreau; - 59 Lorrain; - 60 Pérouse de Monclos.

61 Mahut; - 62 Delachanal; - 63 Loré; - 64 Giraut; - 65 Romieu; - 66 Thomas; - 67 Lorta; - 68 Echalié; - 69 Gallimard; - 70 Chappuis; - 71 de Baillicourt; - 72 Allix; - 73 Troullat; - 74 Gilles Lupesco; - 75 André; - 76 Barthélémy; - 77 Spinga; - 78 Boissin; - 79 Baur; - 80 Jabin.

81 Banchet; - 82 Buxtoif; - 83 Poulangeon; - 84 Pellissier; - 85 Hibon; - 86 Alexandre; - 87 Leboq; - 88 Huard; - 89 du Sartel; - 90 Mayoüssier; - 91 Alteirac; - 92 Franck; - 93 Verspeck; - 94 Baudart; - 95 Dénus; - 96 Marchetti; - 97 Collet; - 98 Arbouin; - 99 Malphettes; - 100 Macheret.

101 Foin; - 102 Havilard; - 103 Galloy; - 104 Biez; - 105 Lefschetz; - 106 Pironneau; - 107 Arnoux; - 108 Brossé; - 109 Renaud; - 110 Astruc; - 111 Lecour; - 112 Froment; - 113 Jourdan; - 114 Rieus; - 115 Durand-Perroux; - 116 Laurent; - 117 Armaingaud; - 118 Gommès; - 119 Chéneau; - 120 Doutremepuich.

121 Cahen-Benel; - 122 Bisson; - 123 Villetard; - 124 Lucien Poron; - 125 Compoin; - 126 Chatelus; - 127 Lefay; - 128 Jouffret; - 129 Brulé; - 130 Lesne; - 131 Philippe Roger; - 132 Lugagne-Delpont; - 133 André Allegret; - 134 Lehmann; - 135 Gehu; - 136 Heyndrickx; - 137 Viallard; - 138 Pataud; - 139 Patrin; - 140 Compagnon.

141 Beau; - 142 Gardey; - 143 Ménager; - 144 Félix Allegret; - 145 Rabault; - 146 Gillet; - 147 Levasseur; - 148 Raoul Barthélémy; - 149 Baujard; - 150 Barbe; - 151 Mourier; - 152 Germain; - 153 Gagneux; - 154 Bazaïlle; - 155 Muraire; - 156 Dumouchel; - 157 Paiva; - 158 Hanseler; - 159 Peltier; - 160 Charve.

161 Lerembourg; - 162 André; - 163 Glaçon; - 164 de Poix; - 165 Jean Bally; - 166 Hourlier; - 167 Arapu; - 168 Berthelemt; - 169 Brossard; - 170 Goudard; - 171 Tricot; - 172 Brunet; - 173 Bladier; - 174 Brouhiet; - 175 Ferron; - 176 Delanoy; - 177 Amiard; - 178 Modiano; - 179 Bailly; - 180 Manoncourt.

181 Texier; - 182 Chardon; - 183 Devauchelle; - 184 Boucher; - 185 Laroche; - 186 Audras; - 187 Cazalis; - 188 Renée; - 189 Escande; - 190 Dutert; - 191 Lesouple; - 192 Lemoine; - 193 Nicolas; - 194 Léon Poron; - 195 Fleury; - 196 Canonge; - 197 Saulnier; - 198 Marraud; - 199 Rolando; - 200 Kowalski; - 201 Auburtin; - 202 Lesur; - 203 de Versvotte; - 204 Hippolite; - 205 Pappa.

II. Certificats.

1 Léger; - 2 Evrard; - 3 Guignot; - 4 Maitrot; - 5 Weinbach; - 6 Grassi; - 7 Bloch; - 8 Oberlin; - 9 Laborde; - 10 Mary; - 11 Beaudroit; - 12 Kœnig; - 13 Guironnet; - 14 Sallon; - 15 Dumas.

ANCIEN ÉLÈVE N'AYANT PAS ENCORE CONCOURU.

Henri Blondel.

ANCIENS ÉLÈVES DÉJÀ PORTEURS DU CERTIFICAT DE CAPACITÉ.

Diplômes.

1 Charles Morel; - 2 Sol; - 3 Guesdon; - 4 Spach; - 5 Brusset; - 6 Conrad; - 7 Herzenberg; - 8 Rotteleur; - 9 Lhomelin; - 10 Pichon; - 11 Lhommet; - 12 Richard.

(1) Numéro de mars 1905.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 10 juillet 1905.

Chimie minérale. — *Comparaison des propriétés, essais et classification des aciers ternaires.* Note de M. Léon GUILLET, présentée par M. Ditté.

M. Guillet réunissant tous les résultats des observations qu'il a faites sur les aciers spéciaux, en déduit une classification de ces aciers par nature et propriétés et fait remarquer que l'observation micrographique d'un acier spécial ternaire permet de tirer des conclusions au point de vue de leurs emplois industriels et de leur composition. Le seul cas de l'acier perlitique est douteux; il est vrai que c'est le plus fréquent au point de vue industriel.

Chirurgie. — *Traitement des fractures par le mouvement;* par M. J. LUCAS-CHAMPIONNIÈRE.

L'os n'échappe pas à la loi commune à tous les éléments de l'organisme. Malgré sa rigidité, il a besoin de mouvement pour arriver au maximum de vitalité qui lui est nécessaire pour se réparer.

La méthode de l'auteur, quoique datant de vingt-cinq ans, n'a pris que tout récemment sa forme définitive; elle consiste à permettre certains mouvements méthodiques et dosés, auxquels vient s'ajouter un massage très doux, très progressif, qui ne doit jamais être douloureux, mais qui, au contraire, doit être anesthésiant.

Les avantages de la méthode sont les suivants: disparition de la douleur et des contractures après les fractures; résorption rapide des liquides épanchés; suppression de l'enraidissement et de l'atrophie des muscles; formation rapide du cal.

Pour beaucoup de fractures, le temps de réparation est diminué de moitié.

Des fractures considérées généralement comme très graves, et suivies le plus souvent d'infirmités définitives, telles sont les fractures articulaires par exemple, traitées par cette méthode ne sont plus que des accidents bénins.

Pour donner tous ces résultats, la méthode doit être appliquée d'une façon absolue et le plus tôt possible après le traumatisme.

Cristallographie. — *Les figures de pression ou de percussion sur les métaux plastiques cristallisés.* Note de MM. F. OSMOND et G. CARTAUD, présentée par M. H. Moissan.

Si l'on appuie une pointe fine contre la surface, préalablement polie et débarrassée de toute trace de peau écrouie, d'un métal plastique cristallisé en grains suffisamment gros, on obtient des figures intéressantes.

On se sert d'une aiguille à coudre bien trempée et bien affûtée, montée sur un levier articulé; on la pose avec précaution contre la surface à étudier, normalement, et l'on charge l'extrémité du levier de poids connus, variant suivant la dureté du métal.

Les empreintes sont examinées au microscope en lumière verticale. Elles sont constituées par des groupements de lignes, courbes sur le fer, généralement droites sur les autres métaux plastiques du système cubique qui possèdent des plans dits de translation.

Les auteurs exposent les études détaillées qu'ils ont faites sur le fer et montrent que les figures de pression sont caractéristiques, avec une certaine approximation, de l'orientation cristallographique d'une coupe donnée, au même titre que les figures de corrosion, et dépendent, comme elles, de la symétrie du cristal et de sa structure intime. Elles peuvent donc être la base d'une nouvelle méthode générale d'investigation permettant d'aborder les problèmes suivants:

1° Différencier deux corps cristallisant dans le même système;
2° Orienter cristallographiquement une coupe de direction inconnue;

3° Obtenir une mesure de l'écrouissage;

4° Obtenir des renseignements sur les processus de la déformation des cristaux plastiques.

Il semble déjà, d'après ces premiers essais, qu'une déformation poussée suffisamment loin détruit la structure cristalline du fer.

Météorologie. — *Emploi des fusées contre la grêle;* par M. E. VIDAL.

Le 1^{er} août 1904, un orage prenant naissance dans

les Alpes Bernoises, à plus de 3 000 mètres d'altitude, suivait l'étroite vallée du Rhône, traversait l'extrémité nord-est du lac de Genève, descendait le long de sa côte nord jusqu'à Morges, pénétrait en cet endroit dans la plaine du canton de Vaud, dépassait Yverdon pour aller enfin se perdre dans le lac de Neuchâtel.

Toutes les communes situées sur le trajet de cet orage furent dévastées par la grêle, sauf les deux petites localités de Lonay et d'Echichens, qui se trouvent cependant complètement enclavées dans les territoires sinistrés, et qui, seules, tirèrent pour se défendre de nombreuses fusées grêlifiques.

L'auteur voit, dans ce fait, une preuve certaine de l'efficacité du moyen de défense qu'il a imaginé.

Il signale, en outre, cette particularité assez curieuse que l'orage semble avoir épargné tous les territoires situés à une altitude supérieure à 700 mètres et en tire des conséquences sur la façon dont il faut distribuer les postes de tir, lesquels peuvent être assez éloignés de la plaine à défendre.

Physiologie. — *Numération des globules rouges du sang humain au sommet du Mont-Blanc.* Note de M. Raoul BAYEUX, présentée par M. Janssen.

La numération a été faite comparativement: à Chamoni, aux Grands-Mulets, au sommet du Mont-Blanc (à l'aller et au retour) sur trois sujets: l'auteur, un sujet préalablement aguerri par plusieurs ascensions au delà de 4 000 mètres et un Parisien bien portant, mais venu pour la première fois à Chamoni.

1° Le sang humain subit une augmentation rapide et notable du nombre de ses globules rouges lorsque l'on passe d'une altitude à une altitude supérieure;

2° Si l'on séjourne à cette dernière altitude, la quantité des globules constatée à l'arrivée diminue, au bout de quelques heures, d'un nombre relativement peu considérable;

3° La descente à l'altitude du départ accentue cet abaissement globulaire; toutefois, le nombre des globules reste plus élevé qu'il n'était avant l'ascension;

4° Une seconde ascension, effectuée avant que le taux globulaire ait récupéré sa valeur primitive à l'altitude du départ, provoque une nouvelle augmentation globulaire, plus forte que la première ascension;

5° Un sujet acclimaté aux altitudes subit des troubles globulaires moins considérables qu'un sujet non acclimaté.

L'augmentation du nombre des globules coïncide avec des signes plus ou moins accentués du mal des montagnes. Il y aurait donc utilité à dénombrer les globules rouges avant d'entreprendre une ascension; cette numération pourrait servir de baromètre physiologique.

Les variations personnelles du taux globulaire peuvent expliquer certaines anomalies observées dans l'apparition du mal des montagnes: à côté de la dépression barométrique extérieure météorologique, il y a la dépression du baromètre physiologique, intérieure, que signale l'augmentation du taux globulaire. La dyspyrie des altitudes ou mal des montagnes est la résultante de ces deux facteurs et non pas seulement du premier.

Radioactivité. — *Sur quelques expériences relatives à l'activation par l'uranium.* Note de M. Henri BEQUEREL.

Quand, à une solution de chlorure d'uranium, on ajoute un peu de chlorure de baryum et qu'on précipite celui-ci à l'état de sulfate, on obtient un précipité radioactif dont l'activité diminue suivant une loi exponentielle, tandis que le sel d'uranium, qui reste d'abord affaibli dans la solution, reprend peu à peu son activité primitive.

Tout se passe comme si l'uranium fabriquait d'une manière continue une sorte d'émanation non volatile, mais soluble dans l'eau et entraînable par le précipité. Cette émanation jouerait un rôle analogue à l'émanation gazeuse du thorium et du radium.

Ces phénomènes, qui ont été observés par l'auteur, se reproduisent pour l'émanation du radium; elle est aussi, comme celle de l'uranium, partiellement entraînée par le précipité de sulfate de baryum, mais celui-ci perd son activité beaucoup plus vite que quand elle provient de l'uranium (la moitié en trente minutes, au lieu de vingt à vingt-quatre jours).

Le même précipité fixe à la fois les deux émanations et les deux phénomènes se sont comportés comme indépendants l'un de l'autre.

L'activité acquise, provenant de l'uranium, ne disparaît pas plus vite si on chauffe le précipité à la température du rouge blanc. Cette stabilité de l'émanation et l'apparence qu'elle a de se fixer à la façon des teintures sur les corps très divisés, a conduit l'auteur à la fixer sur le noir de fumée puis à brûler celui-ci. Dans ces conditions, le produit activé laisse un résidu de poids inappréciable qui renferme de l'uranium et dont l'ensemble représente une activité six fois plus grande que celle de la masse de noir de fumée dont il provient avant calcination. De plus, en huit jours, ce dépôt a augmenté d'une fois et demie son activité initiale.

Ces expériences montrent que le noir de fumée entraîne de très petites quantités d'un corps ayant acquis une activité plusieurs milliers de fois plus grande que celle de l'oxyde noir d'urane ordinaire. L'observation ultérieure fera voir si ce produit conserve son activité, ou s'il se comporte comme d'autres produits activés dont l'activité diminue lentement avec le temps.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

ART MILITAIRE

Application du viseur Grubb. — Ce viseur, dit télescopique, inventé par Sir Howard Grubb, et dont le principe a été exposé en détail dans le *Génie Civil* (1), tend à se substituer aux autres appareils de pointage qui sont actuellement en usage dans l'armée américaine; il a l'avantage, en effet, d'être exempt des erreurs provenant de la lenteur de l'œil à accommoder pour des distances différentes. Le *Scientific American* donne une description de ce viseur dans son numéro du 3 juin, en même temps que quelques vues montrant son application au fusil de guerre anglais et à deux canons à tir rapide, de 6 et de 12 livres.

L'appareil, peu encombrant, est entièrement démontable; son emploi ne gêne en rien celui des autres systèmes de pointage par guidon, oïlleton, et cran de mire, qui restent à la disposition du pointeur si celui-ci les préfère au viseur Grubb.

AUTOMOBILES

Les automobiles postales en Bavière. — Le service du courrier est actuellement assuré, depuis le 1^{er} juin dernier, entre les villes de Tölz et de Lenggries, situées au sud de Munich et distantes de 10 kilom. entre elles, par des omnibus à pétrole.

D'après la *Zeit. des Ver. deutsch. Eisenbahnv.*, du 10 juin, qui publie une note au sujet de l'inauguration de ce service par le ministre du Commerce du royaume de Bavière, ces omnibus de dix-sept places assises comportent un coffre à dépêches derrière le conducteur, un coffre à bagages sur le haut de la caisse, et une plate-forme d'arrière à quatre places ils sont éclairés à l'acétylène et chauffés par la circulation d'eau du moteur.

Celui-ci, à quatre cylindres, tourne à 800 tours et développe 30 chevaux; l'allumage a lieu par magnéto; il y a quatre vitesses et une marche arrière. La vitesse maximum est de 18 kilom; l'omnibus aborde même des rampes de 14 %.

Le service comporte six voyages aller et retour par jour; la route suit la vallée de l'Isar, dans un paysage pittoresque qui tentera certainement les touristes, d'autant plus que le trajet coûte 50 pfennigs seulement.

CHEMINS DE FER

Indicateur de la pression du vent à l'entrée des viaducs de chemins de fer. — Il y a deux ans, un train de voyageurs passant sur le viaduc de Levens, du réseau du Furness Railway, en Ecosse, fut renversé par un ouragan. Afin de prévenir le retour de semblables accidents, MM. ELLIOTT frères imaginèrent un appareil signalant la pression du vent à l'entrée du viaduc, et décrit sommairement dans l'*Engineering News* du 1^{er} juin.

L'organe essentiel de ce système est un enregistreur des pressions du vent. Cet enregistreur se compose d'un cadre vertical en cornières qui supporte,

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 26, p. 436.

sur chacune de ses faces, et au moyen de charnières, une planchette maintenue verticalement par un ressort analogue à ceux qui sont employés avec les indicateurs de machines à vapeur pour tracer les diagrammes. Le tambour enregistreur est monté dans l'intérieur du cadre; il tourne à la vitesse de 0^m 025 à l'heure; les plumes de ces traceurs sont actionnées par les ressorts sur lesquels se transmet la pression du vent agissant sur les planchettes. La graduation se fait en calculant la constante de l'appareil, c'est-à-dire le rapport entre les déformations du ressort et le produit de la pression du vent par la surface de la planchette qui est de 2 745 centimètres carrés.

Lorsque la composante horizontale de la pression du vent atteint 2^m 300 par centimètre carré, pression jugée dangereuse pour les trains, l'un des traceurs ferme un circuit électrique par l'intermédiaire d'un contact. Sur ce circuit sont installées deux cloches, fixées aux deux extrémités du viaduc; elles sonnent sans interruption quand la pression atteint ou dépasse la limite fixée. Ces sonneries préviennent donc le mécanicien du danger qu'il y a à s'engager sur le viaduc.

Périodiquement, le surveillant de la voie essaie l'appareil à la pression de 2^m 300 par centimètre carré au moyen d'un système de leviers et de poids. Depuis sa mise en place, c'est-à-dire depuis plus de dix-huit mois, jamais la pression n'a dépassé 0^m 300 par centimètre carré.

Les récents perfectionnements des signaux de chemins de fer. — Dans le *Dinglers Polytechnisches*, des 8, 15 et 29 avril, M. KOHLFÜRST examine un certain nombre de dispositifs proposés en Allemagne pour compléter les installations ordinaires de signaux, par exemple : les enclenchements Schmidt et Bachmann, les commutateurs électriques de section Prokov-Richter, fonctionnant automatiquement au passage du train sur le rail qui leur sert de support, et ceux de la Fabrique de locomotives Krause et C^{ie}, à Munich, actionnés par pédale; enfin, les aiguilles à commande par moteur électrique, de la Fabrique pour Installations de chemins de fer, à Dresde.

Ces appareils sont décrits d'une façon complète, et leur fonctionnement expliqué dans le plus grand détail.

Les agrandissements de la gare de Berne. — Le Conseil d'administration des Chemins de fer fédéraux suisses a adopté, le 28 avril dernier, un projet complet d'extension et de reconstruction des gares de Berne et de Wilerfeld (gare militaire). Les dispositions générales resteront ce qu'elles sont actuellement, mais il sera créé, entre la gare des voyageurs et la bifurcation de Fribourg, une gare de triage et un dépôt de machines; la gare des marchandises recevra de nouvelles voies; enfin les quais d'embarquement et les voies de garage de Wilerfeld seront agrandis et auront un dépôt de machines.

Les détails de ce projet, avec les plans comparatifs des installations existantes et des installations prévues, ont été publiés dans la *Schweiz. Bauzeit.* du 1^{er} juillet.

CONSTRUCTIONS NAVALES

Canots à pétrole de construction suisse. — La *Schweiz. Bauzeit.*, du 27 mai, donne les plans et photographies de quelques bateaux de plaisance construits par les ateliers Freichler, à Zurich, et munis de moteurs à pétrole.

Ces canots ont 13^m 50 de longueur et environ 1 mètre de tirant d'eau; l'un est muni d'un moteur de 20 chevaux à deux cylindres, un autre d'un moteur de 40 chevaux à quatre cylindres.

Le poste est à l'avant, et la ligne d'arbres plonge sous la cabine, qui occupe l'arrière, pour aboutir à l'hélice placée au delà du gouvernail. La vitesse est d'environ 20 kilom. à l'heure. La cabine est luxueusement revêtue de boiseries et de tentures.

Un autre canot rapide, le *Swift*, de 10 mètres seulement de longueur et 0^m 30 de tirant d'eau, beaucoup plus robuste et se rapprochant du type des racers, a atteint la vitesse de 27 kilom. avec un moteur de 24 chevaux.

ENSEIGNEMENT

Modèles en relief pour l'étude des engrenages. — Un professeur de l'École de constructions mécaniques de Stettin, M. QUANTZ, a fait construire à l'atelier de cette école un modèle en relief articulé

permettant de montrer effectivement dans un cours le fonctionnement théorique des dentures d'engrenages, les conditions nécessaires au tracé des dents, etc.

Comme il est expliqué dans la *Zeits. des Ver. deutsch. Ing.*, du 6 mai, les modèles de denture à grande échelle sont disposés sur un support en fer et peuvent tourner autour de leurs centres respectifs. Il existe plusieurs modèles tracés suivant des types différents, chacun portant l'indication des lignes et des points nécessaires pour déterminer le profil des dents.

Les élèves comprennent ainsi, par cette représentation tangible des engrenages, beaucoup plus facilement que par l'examen des figures géométriques des traités de mécanique.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

Comparaison économique entre l'emploi des machines à vapeur et des moteurs à gaz pauvre dans les usines sidérurgiques. — M. EHRHARDT établit, dans le *Stahl und Eisen*, du 1^{er} juin, et dans la *Zeits. des Ver. deutsch. Ing.*, du 3 juin, un bilan comparatif des frais d'établissement et d'exploitation d'installations, soit à vapeur, soit à gaz de haut fourneau, d'après une enquête qu'il a poursuivie dans les principales usines métallurgiques de Prusse.

Il arrive aux conclusions suivantes, en admettant que le charbon employé donne 6500 calories par kilogr., le gaz pauvre, 900 calories par mètre cube :

Un moteur à gaz de haut fourneau consomme, par cheval-heure effectif, de 2^m 8 à 3^m 7, suivant qu'il marche entre pleine charge et demi-charge; Le gaz revient à 0,6—1,3 pfennig par cheval-heure effectif, dans les mêmes conditions;

La vapeur revient, suivant le prix du charbon et le rendement de la chaudière et de la machine, à 1,4—3 pfennigs par cheval-heure.

Ces chiffres ne peuvent être naturellement que des indications, et les comparaisons faites par l'auteur dans le courant de son mémoire sont de nature à mieux éclairer la question en fournissant des documents relevés sur des machines en fonctionnement réel.

HYDRAULIQUE

Station hydro-électrique de l'Université Cornell (États-Unis). — On vient de terminer à l'Université Cornell une petite usine hydro-électrique destinée à alimenter les ateliers et les laboratoires, et utilisant les chutes de la Fall Creek qui se jette dans le lac Cayuga auprès d'Ithaca (État de New-York).

La hauteur de chute totale de cette rivière est de 44 mètres environ et son débit varie de 0^m 34 à 134 mètres cubes par seconde avec un débit moyen de 4^m 9.

L'*Engineering Record*, du 20 mai, donne la description de cette installation. Après avoir fait l'historique de son étude, l'auteur indique les raisons qui ont motivé les dispositions adoptées et décrit la prise d'eau, la conduite et l'usine.

La conduite suit la crête de la gorge et redescend à travers le roc. Sa longueur totale est de 538 mètres, son diamètre, 1^m 50. Elle est divisée en trois sections : 1^o sur 315 mètres, dans les endroits chargés extérieurement par une grande hauteur de remblai, elle est en béton armé. Cette partie est terminée par une citerne en vue d'amortir les chocs; 2^o sur 137 mètres, elle est en bois rouge de Californie. Cette partie a une résistance aux pressions et aux chocs intérieurs supérieure à celle du béton; elle résiste aussi, mieux que l'acier, à l'action de l'humidité. Elle est formée de douves de 64 millimètres d'épaisseur assurées par des liens d'acier; 3^o le reste de la conduite est en acier rivé protégé contre la rouille extérieure par une gaine en béton.

L'usine comprend trois unités formées de roues à impulsion Abner Doble (1), de 280 chevaux, à 124 tours, dont le jet a 178 millimètres de diamètre et fonctionne sous la pression de 3^m 73 par centimètre carré. Ces trois turbines sont directement couplées à trois génératrices de 150 kilowatts, système Westinghouse, fournissant du triphasé à 2200 volts.

La conduite maîtresse est terminée par une vanne pour le nettoyage des débris de grains qui sont jetés dans la rivière, par des moulins situés en amont, et qui gênaient la marche des roues. Cette conduite possède un réservoir d'air qui évite les chocs et facilite la régulation des roues.

L'usine, qui mesure en plan 24 mètres × 8^m 60 environ avec ces trois unités, est prévue pour l'adjonction d'une quatrième unité que la même conduite alimentera.

Perfectionnements des pompes centrifuges. — Dans l'*Iron Age*, du 8 juin, M. W. O. WEBBER étudie quelques types de pompes centrifuges. Il retrace l'historique de ces pompes depuis les premiers essais de Papin jusqu'aux modèles qu'il a imaginés et qui sont connus sous le nom de « Lawrence spherical pumps ».

Les premières pompes centrifuges étaient toutes à simple effet; leur faible rendement variait entre 45 et 61 %; elles ne pouvaient refouler qu'à des hauteurs très limitées et le nombre de leurs applications était fort restreint. L'auteur décrit les premières pompes compound de Sulzer et de Rateau et montre par quelle suite de modifications on est arrivé aux types actuels.

Cet article met en relief les avantages des pompes centrifuges étagées. Elles permettent de pomper à de grandes hauteurs de grandes quantités d'eau vaseuse entraînant même des matériaux solides d'assez fortes dimensions. En les accouplant directement avec des moteurs compound à condensation, on a des usines élévatoires économiques occupant un faible emplacement, dont le prix d'installation est restreint et dont le rendement égale celui des meilleurs systèmes. En les attelant directement avec des moteurs électriques, on obtient des grandes vitesses permettant de très hauts refoulements. L'auteur cite l'exemple d'une installation récente qu'il vient de faire pour élever, à près de 2 000 mètres, 4 500 litres d'eau à la minute. Cette installation se compose de cinq groupes de deux pompes accouplées, en série sur un moteur électrique, chaque groupe refoulant à 400 mètres.

De cet attelage direct sur les moteurs électriques et de la possibilité d'installation dans une position quelconque découlent de nombreuses applications que l'auteur énumère.

L'article se termine par l'étude d'une pompe centrifuge compound à six étages imaginée par M. W. O. Webber; on y trouve le calcul des divers éléments, celui du rendement et la détermination de la courbe des aspirations.

MÉCANIQUE

Commande des soupapes de machines à vapeur. — M. STRAUPE passe en revue, dans le *Dinglers Polytechnisches*, du 25 février au 8 avril, un grand nombre de systèmes de commande de soupapes de distribution pour machines à vapeur : systèmes à déclics, à bielles, à coulisses, à excentriques, etc. Cette étude, très détaillée, renferme un grand nombre d'épures de distribution, qui mettent en évidence les propriétés géométriques et mécaniques de chaque dispositif de commande.

Appareil à mesurer et à mélanger les matières en poudre. — Un grand nombre de procédés chimiques ou métallurgiques exigent que des matières pulvérulentes soient mélangées en proportions rigoureusement définies et soient ensuite intimement mélangées. Ce travail est généralement fait en remplissant un nombre déterminé de caisses de dimensions appropriées; il est toujours imparfait, car le tassement dépend de l'humidité des matériaux et des soins apportés par l'ouvrier. L'appareil que décrit M. E. N. TRUMP, dans l'*Engineering News*, du 15 juin, évite ces inconvénients et se prête à un réglage précis.

Ce doseur mélangeur se compose de cylindres concentriques fonctionnant séparément de la façon suivante. Le cylindre tourne au-dessus d'une table circulaire horizontale plus large qui est fixe; il en est assez distant pour que la substance pulvérulente qui est dans le cylindre s'en échappe facilement par le bas en prenant son talus naturel d'éboulement. Par expérience, on constate que si cette distance et la vitesse de rotation sont convenablement choisies, ce talus est indépendant de la hauteur des matières dans le cylindre et subsiste indéfiniment. Entre le cylindre et le plateau, on insère, dans une position sensiblement radiale, un couteau qui est jointif avec le plateau, mais qui laisse un léger jeu entre lui et le cylindre. Les matières, arrêtées dans leur mouvement de rotation par ce couteau, le suivent du centre vers la périphérie et tombent du plateau. Le talus d'éboulement se reforme presque immédiatement en arrière; l'état de choses se retrouve donc toujours identiquement le même devant le couteau.

Un ou plusieurs systèmes semblables sont dispo-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 12, p. 194.

sés concentriquement et de telle sorte que les chutes des différentes matières à mélanger se fassent verticalement l'une au-dessous de l'autre; les différentes matières tombant ensemble avec un débit constant dans une même manche sont donc déjà très bien mélangées. Un malaxeur ordinaire à hélice complète l'homogénéité du mélange s'il est nécessaire.

Il suffit donc d'alimenter à peu près régulièrement, tout au moins sans interruption, les divers cylindres pour que l'appareil fournisse le mélange d'une façon continue.

Le réglage des proportions s'obtient en faisant osciller les couteaux autour d'un axe vertical fixé au bord du plateau, ce qui a pour effet d'incliner le couteau plus ou moins sur la direction du rayon et de faire pénétrer son extrémité plus ou moins avant dans la matière; le repérage se fait au moyen de micromètres. L'appareil, qui peut être rendu portable, peut servir à la préparation du béton; dans ce cas on ajoute un appareil distributeur d'eau, facile à régler, qui fournit l'eau en quantité déterminée au mélange.

MÉTALLURGIE

Amélioration de la fonte mécanique par addition d'acier. — *L'Iron Age*, du 8 juin, reproduit la conférence de M. R. P. CUNNINGHAM à l'American Foundrymen's Association, sur la production des fontes mécaniques. L'auteur met en évidence les exigences croissantes des constructeurs qui demandent non seulement une nature déterminée de grain, la non-porosité du métal et la douceur pour la facilité du travail des outils, mais aussi une limite de résistance de plus en plus élevée. Les pressions dans les cylindres des machines à vapeur et dans les corps de pompes sont notablement supérieures aux pressions utilisées autrefois, la vitesse des machines-outils et des roues de wagons atteint des limites qu'on ne pouvait prévoir: toutes ces causes augmentent donc les efforts auxquels la fonte doit résister.

Pour satisfaire aux conditions imposées, les fabricants ajoutent des riblons d'acier à la fonte traitée dans les cubilots. L'auteur insiste sur les précautions à prendre dans cet emploi. Les analyses de la fonte, du fondant et de l'acier, doivent être faites avec soin, et le poids des divers éléments chargés dans le four doit être exactement déterminé afin de connaître, d'une façon précise, la composition chimique du métal fondu qu'on veut obtenir.

La proportion d'acier qu'il convient d'ajouter dépend :

1° Des qualités du métal à obtenir; un fort pourcentage augmente le retrait, ce qui oblige à accélérer les opérations du moulage;

2° De l'épaisseur moyenne de l'objet moulé; quand l'épaisseur est faible, le pourcentage possible est moindre qu'avec une forte épaisseur.

L'auteur donne quelques conseils sur le choix des saumons de fonte et des riblons d'acier et étudie l'influence du magnésium, du silicium et du soufre sur les propriétés de la fonte moulée. Il termine en résumant les résultats des essais qu'il a faits, en faisant varier les proportions et la nature de l'acier ajouté. De ces essais, il conclut que pour des travaux ordinaires, une addition de 25 % d'acier donne une fonte de résistance suffisante, se travaillant bien et ayant un grain serré; il recommande de ne dépasser cette proportion qu'avec précautions et pour des cas tout à fait spéciaux.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Détermination de la quantité d'eau nécessaire à un condenseur. — Dans *l'American Machinist*, du 3 juin, M. E. R. BRIGGS montre l'inexactitude de la méthode ordinairement employée pour le calcul de l'eau à introduire dans un condenseur; on suppose, en effet, que toute la vapeur sortant de la machine se trouve à condenser, autrement dit que tout se trouve à l'état de vapeur à la température de l'échappement. En réalité, une partie de la vapeur se trouve déjà à l'état d'eau.

L'exemple suivant montre comment l'auteur propose de faire le calcul; les chiffres se rapportent à 1 kilogr. de vapeur introduit sous une pression d'environ 10^k5, c'est-à-dire contenant 665 calories.

Si l'on admet que la consommation de la machine est d'environ 6^k8 par cheval, chaque kilogr. de vapeur cédera 94 calories sous forme de travail, et ne contiendra plus par suite, à l'échappement, que 665 — 94 = 571 calories.

La température de l'eau condensée étant 43 degrés

c'est-à-dire contenant 43 calories par kilogramme, la chaleur rejetée au condenseur est 571 — 43 = 528 calories par kilogramme si la température de l'eau de condensation est 15°5 à l'entrée, 34°9 à la sortie; chaque kilogramme d'eau absorbant ainsi 19,4 calories, le poids d'eau nécessaire est $\frac{528}{19,4} = 27$ fois le poids d'eau condensée.

L'auteur donne une formule résumant cette façon de procéder, mais il conseille d'avoir, de préférence, dans chaque cas, recours au raisonnement de façon à tenir compte de toutes les circonstances. C'est ainsi qu'il montre que l'emploi d'un réchauffeur d'alimentation procure une légère économie d'eau de condensation.

L'article de M. Briggs est accompagné de deux intéressants diagrammes montrant la répartition des quantités de chaleur mises en jeu depuis la chaudière jusqu'au condenseur.

TRAMWAYS

Résultats d'exploitation du réseau des tramways de Hambourg en 1904. — Le réseau de Hambourg comprenait, au début de cette année, 279 kilom. de voies sur les chaussées publiques; les cinq dépôts renfermaient 50 voitures à 4 essieux, 393 à 2 essieux et 2 moteurs, 164 à 2 essieux et 1 moteur; enfin 439 remorques de diverses grandeurs et 31 voitures à sabler ou à saler les voies.

Le nombre des voyageurs en 1904 a été de 97 624 856; les recettes des billets, 11 448 793 marks, celles des abonnements, 1 154 767 marks.

Il a été parcouru au total 34 millions de kilomètres.

Les recettes se sont élevées (non compris les abonnements) à 34 pfennigs (0 fr. 42) par voiture-kilomètre.

Les économies de courant réalisées par l'installation de compteurs dans les voitures ont été telles que la Compagnie a donné 22 000 marks de primes aux conducteurs. La consommation a été de 525 watts-heure par kilomètre de voiture motrice, en moyenne.

La *Zeit. des Ver. deutsch. Eisenbahnv.*, qui donne ces renseignements, ajoute que l'importance des bénéfices nets a été considérable et a permis de donner 9 % de dividende.

TRAVAUX PUBLICS

Réparations des chaussées et trottoirs en béton. — La ville de Richmond (États-Unis) a adopté depuis quelque temps un système de chaussées, de trottoirs, de bordures et de caniveaux tout en béton qui s'est montré très satisfaisant à l'usage. Dans *l'Engineering News*, du 8 juin, M. H. L. WEBER, promoteur de ce système, répond à l'objection qui lui a été faite sur la possibilité de réparer facilement de semblables chaussées et indique comment doivent se faire les réparations.

La partie exposée à l'usure ne fait point corps avec la partie sous-jacente; celle-ci est posée tout d'abord sans trop s'attacher à finir sa surface et, quand elle a fait prise suffisamment pour porter la couverture, on la saupoudre de sable très fin qu'on égalise avec des racleurs, puis on recouvre celui-ci d'une épaisseur de papier goudronné sur lequel on vient ensuite faire la couverture laquelle a une épaisseur qui varie de 5 à 10 centimètres selon l'intensité du mouvement sur la chaussée.

Cette couverture est seule enlevée lors des réparations; celles-ci se font donc très facilement et très économiquement.

L'article est accompagné d'autres détails relatifs à l'exécution et à la durée des chaussées en béton.

Pont des Chutes Bellows (États-Unis). — Le nouveau pont qui traverse la rivière Connecticut entre North Walpole et Bellows Falls est constitué par deux arcs parallèles à trois rotules de 158^m50 de longueur, distants de 8^m50, reliés entre eux et auxquels est suspendu le tablier.

L'Engineering Record, du 29 avril, décrit le montage de ce pont, qui a été exécuté au moyen de charpentes provisoires discontinues plus économiques que les charpentes continues; elles sont suffisantes pour éviter la manœuvre de trop lourdes pièces de la charpente du pont.

Le tablier a été ensuite rattaché aux arcs, après l'enlèvement des charpentes de montage.

Le poids total des arcs et de leurs entretoises s'élève à 400 tonnes environ.

Ouvrages récemment parus.

La grande industrie chimique minérale, par E. SOREL, ancien Ingénieur des manufactures de l'État. — Un volume in-8° de 680 pages, avec 127 figures. — C. Naud, éditeur, Paris, 1903. — Prix : 15 francs.

Dans cet ouvrage, l'auteur fait d'abord une revue des propriétés et des usages du sel marin et du sel gemme, dont il étudie les gisements et les méthodes d'extraction, puis il passe à l'utilisation des eaux-mères des marais salants et à l'industrie des sels de déblais de Stassfurt.

Il traite ensuite de la potasse des matières végétales et du suint de laines, des cendres de varech et de l'industrie de l'iode et du brome, puis du sulfate de sodium, de son extraction des gisements naturels, de sa fabrication par l'acide sulfurique et les sulfures et par le procédé Hargreaves et Robinson.

Cette industrie du sulfate artificiel le conduit à l'étude des propriétés de l'acide chlorhydrique et des inconvénients des fumées industrielles, puis de la condensation des vapeurs et des appareils pour la condensation de l'acide chlorhydrique.

Après des généralités sur la soude et les sels alcalins du sodium, l'auteur aborde la fabrication de la soude par le procédé Leblanc, celle de la soude brute, le lessivage et le traitement des lessives, et la fabrication du carbonate de sodium cristallisé, du bicarbonate, et de la soude caustique par le procédé Leblanc.

Il fait un exposé détaillé de la théorie et de la pratique de la fabrication de la soude à l'ammoniaque; puis, de la production du chlore, de l'utilisation du chlorure de manganèse, de la fabrication du chlore sans bioxyde de manganèse, de l'obtention du chlorure et des hypochlorites de chaux; il termine par l'étude de la fabrication des chlorates.

Les Litiges de l'Automobile, par J. IMBRECQ, avocat à la Cour de Paris, et L. PÉRISSÉ, Ingénieur, secrétaire de la Commission technique de l'Automobile-Club de France. — Un volume in-8° de 270 pages. — Vve Ch. Dunod, éditeur, Paris, 1905. — Prix : broché, 6 francs; cartonné, 7 fr. 50.

La littérature technique relative aux automobiles manquait jusqu'ici d'ouvrages spéciaux fixant les droits de chacun dans les nombreux litiges qui s'élèvent constamment entre acheteurs, constructeurs et vendeurs de voitures. Cette lacune est comblée par le présent volume, où MM. Imbrecq et Périsse passent en revue les difficultés sur les retards de livraison, vices de construction, résiliations de vente, réparations, voitures d'occasion, location, etc., et indiquent l'état de la jurisprudence actuelle sur toutes ces questions, souvent très embarrassantes.

Le premier chapitre est consacré à l'indication des diverses juridictions organisées en France, et à l'étendue de leur compétence.

La Tecnica delle correnti alternate. (*Technique des courants alternatifs.*) — TOME II. — *Partie quantitative*, par G. SARTORI, professeur à l'École supérieure de constructions navales de Trieste. — Un volume in-8° de 495 pages, avec 293 figures. — Hoepli, éditeur, Milan, 1903. — Prix : broché, 12 francs.

Dans ce volume, l'auteur étudie successivement les phénomènes de périodicité, d'induction électromagnétique, d'induction mutuelle et de self induction; puis, la production, les valeurs particulières et la forme des courants alternatifs; les effets d'un condensateur placé dans un circuit parcouru par un courant alternatif; les systèmes de courants alternatifs; les champs magnétiques produits par ces courants; les alternateurs, les transformateurs statiques, les moteurs synchrones, asynchrones, polyphasés et monophasés, les convertisseurs rotatifs.

Un chapitre est consacré à l'étude de l'accouplement des alternateurs, et un autre à la mesure du rendement industriel. L'ouvrage se termine par l'examen des lignes de transmission et des systèmes de distribution de l'électricité.

Des applications pratiques, avec exemples numériques, facilitent l'intelligence de chaque question et constituent un document utile pour la résolution des problèmes analogues.

Le Gérant : H. AVOIRON.

IMPRIMERIE CHAIX, RUB BEROËRE, 20, PARIS.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Chemins de fer** : Chaudière de locomotive à tubes d'eau, système Robert (*planche XIII*), p. 209; F. BARBIER. — **Travaux publics** : Digue de la Société des mines de Hodbarrow, p. 211. — **Métallurgie** : Influence de la dessiccation du vent sur la marche des hauts fourneaux, p. 214; E. LEMAIRE. — **Électricité** : Les dynamos acycliques, p. 217. — **Variétés** : Indicateur automatique de la hauteur de la charge dans les hauts fourneaux, p. 220; — Moteur rotatif à pistons, système Eugène Koch,

p. 220; — Pont en béton armé, à Surfleet (Angleterre), p. 221; — Déblaiement à l'aide de transporteurs aériens mobiles, p. 221.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Société des Ingénieurs civils (7 juillet 1905), p. 222; — Académie des Sciences (17 juillet 1905), p. 222.

BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 223; — Ouvrages récemment parus, p. 224.

Planche XIII : Chaudière de locomotive à tubes d'eau, système Robert.

CHEMINS DE FER

CHAUDIÈRE DE LOCOMOTIVE A TUBES D'EAU

système Robert.

(*Planche XIII.*)

GÉNÉRALITÉS. — La chaudière classique de locomotive, due à Stephenson et à Marc Seguin, n'a subi, depuis son origine, que peu de modifications. Elle est restée, sauf dans quelques détails qui n'inté-

modernes et, aussi, en présence de l'entretien coûteux qu'entraîne, dans beaucoup de cas, l'emploi d'eaux d'alimentation de mauvaise qualité, la création d'un nouveau type de chaudière, mieux approprié à ces exigences particulières, serait pleinement justifiée.

Depuis quelques années, les recherches des inventeurs se sont orientées surtout dans la voie de la substitution de tubes à eau aux tubes à fumée et les générateurs aquatubulaires paraissent résoudre d'une manière satisfaisante le problème posé par les nécessités actuelles de la traction des trains. D'ailleurs, les Ingénieurs navals ont reconnu depuis longtemps que les appareils évaporatoires les plus puissants, notamment pour les torpilleurs, étaient les chaudières à tubes d'eau,

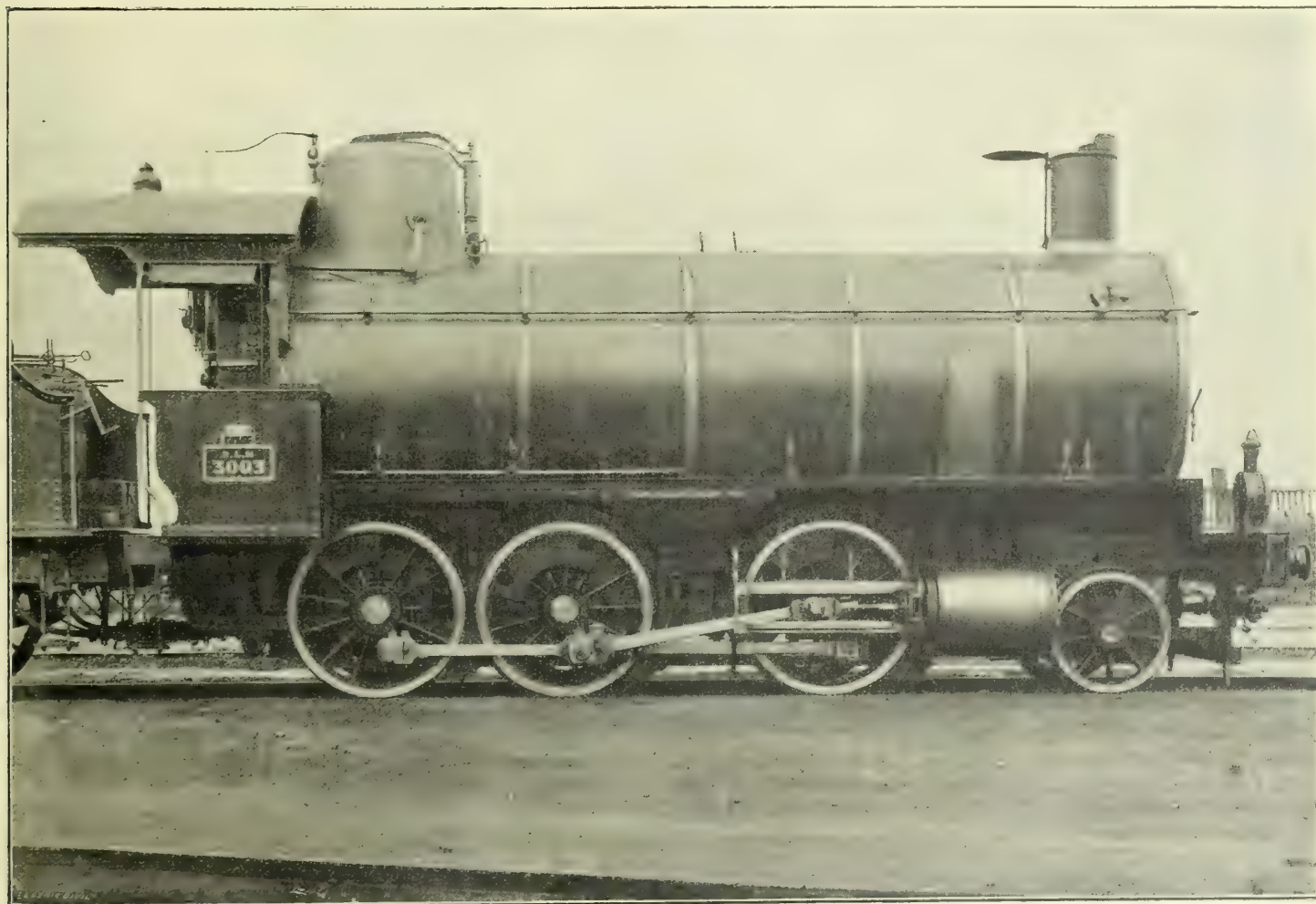


FIG. 1. — LOCOMOTIVE A TUBES D'EAU, SYSTÈME ROBERT, DU RÉSEAU P.-L.-M. ALGÉRIEN.

ressent pas le principe même du générateur, telle que ses auteurs l'avaient conçue dans sa forme définitive. Sa légèreté et sa simplicité de construction relatives, sa grande surface de chauffe sous un volume assez réduit, sa faculté d'utilisation des combustibles les plus divers, ont permis de satisfaire, jusqu'ici, aux conditions qu'on exigeait d'une bonne chaudière de locomotive, qui devait pouvoir vaporiser rapidement, sans abaissement trop sensible du rendement calorifique.

Toutefois, il faut bien reconnaître qu'aujourd'hui, avec l'élévation du timbre, la production plus intense qu'on réclame des locomotives

qui ont remplacé, dans beaucoup de navires, les anciennes chaudières avec tubes à fumée. Leur très grande surface de chauffe, surtout celle qui reçoit l'action directe du feu, ainsi que la circulation plus active de l'eau, permettent, en effet, de réaliser une mise en pression rapide et une production intense. Les dangers, ou tout au moins les conséquences des explosions, sont d'autre part atténués, car l'énergie mise en liberté, par suite de la rupture éventuelle d'un élément vaporisateur, est beaucoup moindre que dans les générateurs à réservoir d'eau de grand volume.

Les chaudières aquatubulaires ont déjà fait l'objet de plusieurs applications aux locomotives ou aux voitures automobiles sur rails. Citons les chaudières des systèmes *Turgan*, *Purrey* (1), les générateurs *Haythorn*, en Angleterre, *Riegel*, en Amérique, la chaudière *Drummond*, inspirée des deux derniers dispositifs, dont sont munies un grand nombre de locomotives du London and South Western Railway. *M. Brotan* a remplacé, par un foyer à tubes d'eau, le foyer ordinaire de plusieurs locomotives autrichiennes et allemandes (2). Enfin, mentionnons le générateur du système *Thomas*, dont l'aspect extérieur est le même que celui du type classique de chaudière de locomotive, mais dans lequel les tubes à fumée sont remplacés par des tubes à eau franchissant horizontalement toute la longueur du corps cylindrique. La plaque tubulaire d'arrière se trouve supprimée et le faisceau de tubes, qui se prolonge au-dessus du foyer jusqu'à la façade postérieure de la chaudière, donne à la surface de chauffe directe un développement considérable.

En faisant construire son nouveau type de chaudière aquatubulaire, *M. Robert*, Ingénieur en chef au réseau P.-L.-M. algérien, a obéi surtout à des considérations locales. Les eaux d'alimentation des locomotives sont, en Algérie, généralement de mauvaise qualité. Elles contiennent, en moyenne, 0^{gr} 7 par litre de résidus solides et, dans certaines localités, comme à Biskra, les eaux sont tellement saumâtres que cette proportion atteint 2^{gr} 55. Les sels en dissolution sont, indépendamment d'une petite quantité de carbonate de chaux, surtout des sulfates de chaux et de magnésie, des chlorures de sodium et de magnésium. Le sulfate de chaux produit, on le sait, des dépôts très durs et très adhérents, particulièrement dans les régions de la chaudière soumises aux températures les plus élevées, telles que les parois du foyer et la partie postérieure du faisceau tubulaire. Malgré les lavages fréquents, les piquages périodiques, l'entartrement produit rapidement son œuvre et il arrive parfois que les entretoises et les tubes sont enrobés, tout au moins partiellement, dans une gangue calcaire qu'il est impossible de détacher sur place.

On conçoit que cet état de choses conduise à une réduction sensible de la vaporisation du générateur, à une consommation plus élevée de combustible, et donne lieu à un entretien fort coûteux, résultant des nombreuses fuites qui se manifestent aux têtes d'entretoises et aux extrémités des tubes, des ruptures d'entretoises, des ovalisations de trous à la plaque tubulaire d'arrière, des fissures aux parois du foyer. Après un parcours de 45 000 kilom., en moyenne, il devient nécessaire de remplacer, sur les réseaux algériens, la garniture de tubes, et au bout de 190 000 kilom., en moyenne, l'application d'un foyer neuf s'impose. En France, la durée de ces parties de la chaudière est quatre fois plus grande.

L'épuration préalable améliorerait certainement la situation, mais outre la dépense très grande que cette opération entraînerait, si elle était étendue à toutes les eaux très chargées en sels, elle ne serait encore qu'un palliatif. En présence de ces inconvénients, qui se sont accrus avec l'augmentation du timbre des chaudières, *M. Robert* a pensé qu'il était préférable de transformer radicalement le type usuel de chaudière de locomotive, en y appliquant le principe des chaudières de torpilleurs des systèmes *Yarrow* et dérivés. Il a d'ailleurs conservé au générateur sa forme extérieure, de manière à pouvoir effectuer facilement le remplacement de l'ancien type par le nouveau. L'expérience a été réalisée tout d'abord sur une locomotive du réseau P.-L.-M. algérien, portant le n° 3003. Cette machine (fig. 4), qui a reçu la nouvelle chaudière, a conservé, sans modification, son châssis et son mécanisme.

Depuis plus d'un an, elle est en service régulier et la comparaison qui en a été faite avec les machines, appartenant à la même série, pourvues de tubes à fumée, a été tout à l'avantage de la première.

DESCRIPTION DE LA CHAUDIÈRE. — Le générateur se compose des trois parties essentielles : le foyer, le corps de la chaudière, la boîte à fumée.

Le corps est formé de deux réservoirs cylindriques A, B (fig. 1 et 3, pl. XIII), reliés, d'une part, par trois cuissards et, d'autre part, au moyen de tubes vaporisateurs et de tubes de retour d'eau; les uns et les autres $V_1 V_2$ sont en acier. Le réservoir supérieur contient de l'eau

et de la vapeur; il a toute la longueur de la chaudière; le réservoir inférieur s'arrête à l'avant du foyer, il ne renferme que de l'eau.

Le foyer (fig. 1, 2 et 4, pl. XIII) est limité, à sa partie inférieure, par la grille que supporte un cadre creux C, dont les figures 2 et 3 montrent la disposition en coupes transversales. Il est limité, à sa partie supérieure par le réservoir A; à l'avant et à l'arrière, par des parois réfractaires, et latéralement, par des tubes jointifs cintrés V_1 , réunissant le réservoir supérieur au cadre de foyer. Celui-ci est raccordé en outre aux deux réservoirs par de gros tuyaux de retour d'eau $R_1 R_2$.

Les gaz de la combustion, canalisés entre les cloisons tubulaires

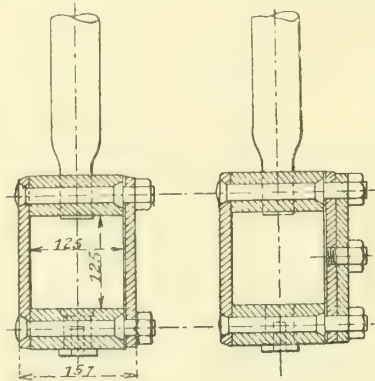


Fig. 2 et 3. — Coupes par le cadre du foyer.

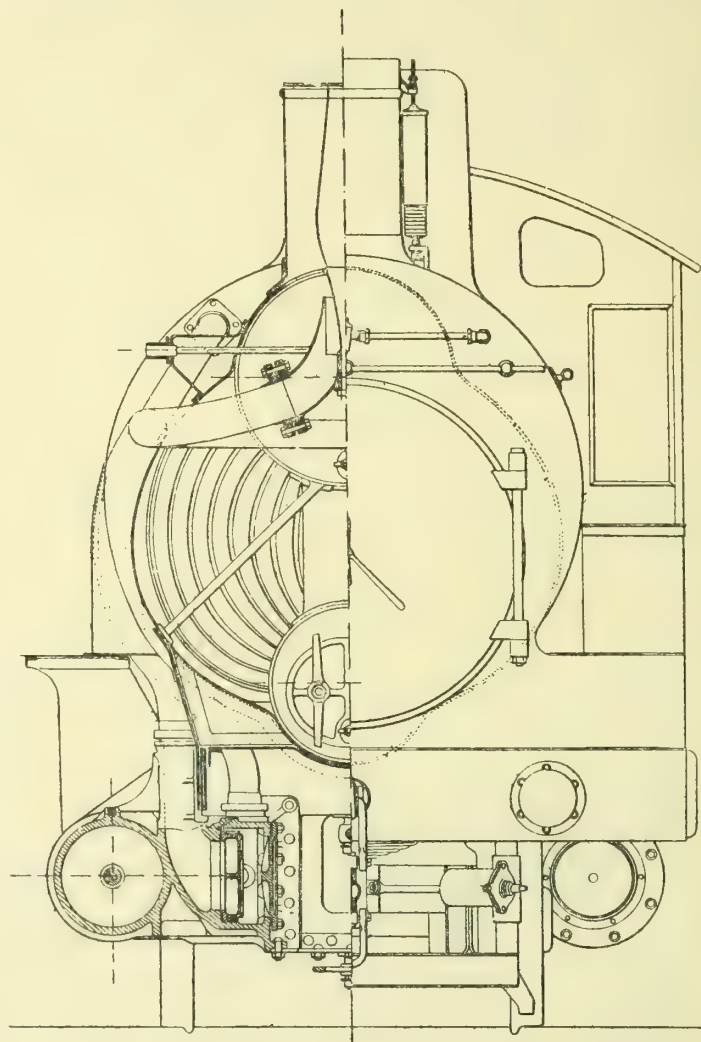


Fig. 4. — Demi-coupe par la boîte à fumée et demi-vue d'avant.

s'étendant de l'arrière du foyer à la boîte à fumée (fig. 2, pl. XIII), cheminent entre les tubes à eau qui relient les deux réservoirs. Pour éviter les rentrées d'air, on a appliqué des tôles t contre les parois du foyer et les flancs de la chaudière.

Comme dans les chaudières de torpilleurs, la circulation de l'eau se fait de telle façon qu'il se produit un courant ascendant dans les tubes qui entourent immédiatement le foyer et dans ceux du faisceau principal qui en sont le plus rapprochés, tandis qu'un courant descendant se manifeste dans les tubes les plus éloignés et dans ceux de retour d'eau $R_1 R_2$, qui ne sont pas en contact avec les flammes. La circulation est assez rapide, et cependant, les dépôts adhérents ont tendance à se former dans les tubes les plus chauffés, mais il est facile de les enlever, si on le désire, au fur et à mesure qu'ils se produisent, ainsi qu'on le verra plus loin.

CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT. — Les caractéristiques principales de la chaudière sont indiquées ci-après :

Grille	longueur	mètres.	1,850
	largeur	—	1,050
	surface	mètres carrés.	1,942
	de 0 ^m 065	nombre.	556
Tubes	de 0 ^m 046	—	60
	longueur moyenne (0 ^m 065)	mètres.	1,705
	— — (0 ^m 046)	—	1,215
Surface de chauffe	du foyer	mètres carrés.	2,155
	du faisceau tubulaire des réservoirs et cuissards	—	15,400
	totale	—	103,000
Longueur du faisceau tubulaire			mètres.
Timbre			kilogr.
Capacité totale			mètres cubes.
			3,650
			12,500
			8,500

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 23, p. 357.

(2) Voir le *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils de France* d'octobre 1904.

CHAUDIÈRE DE LOCOMOTIVE A

Fig.1. Coupe longitudin

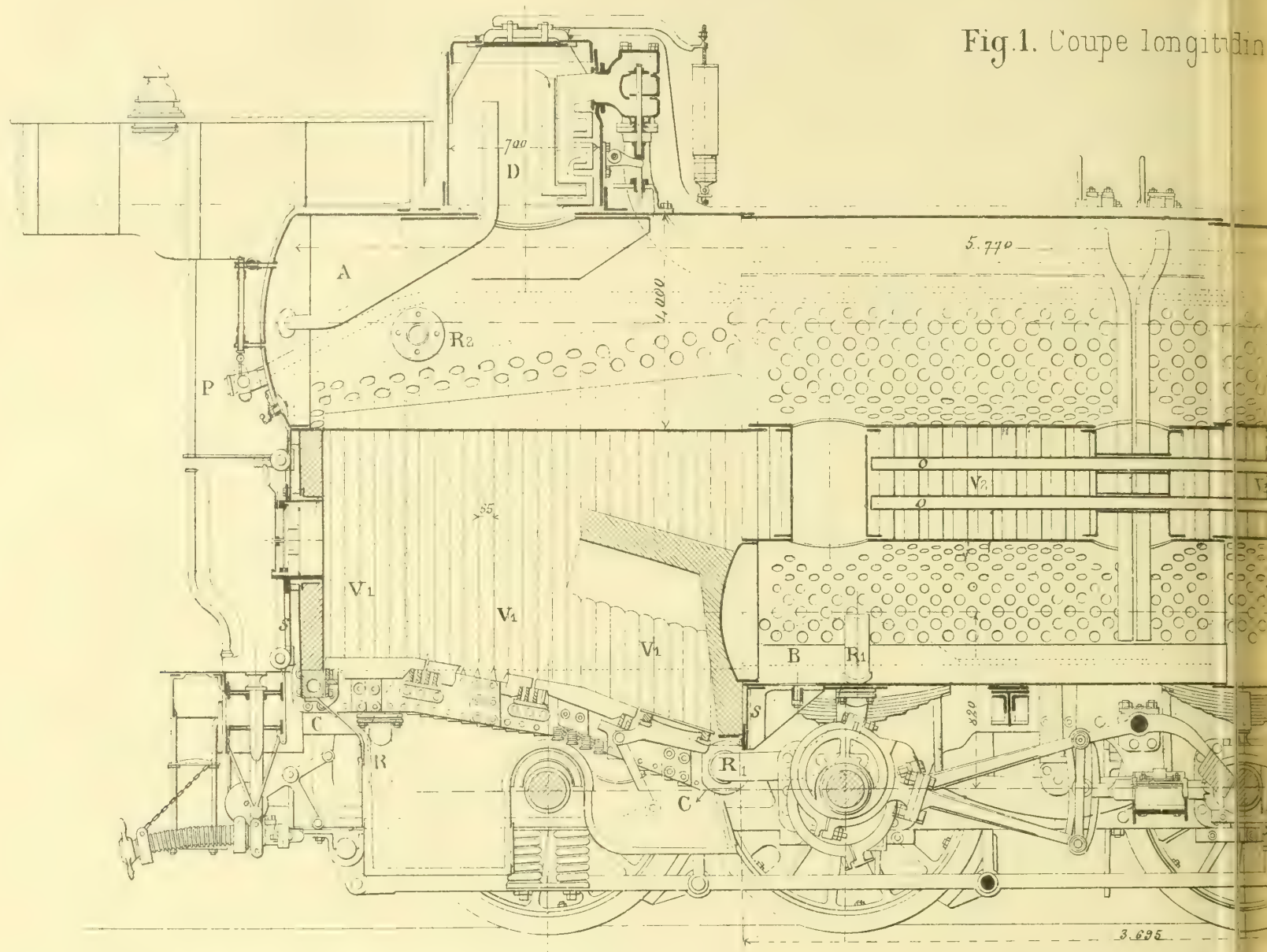
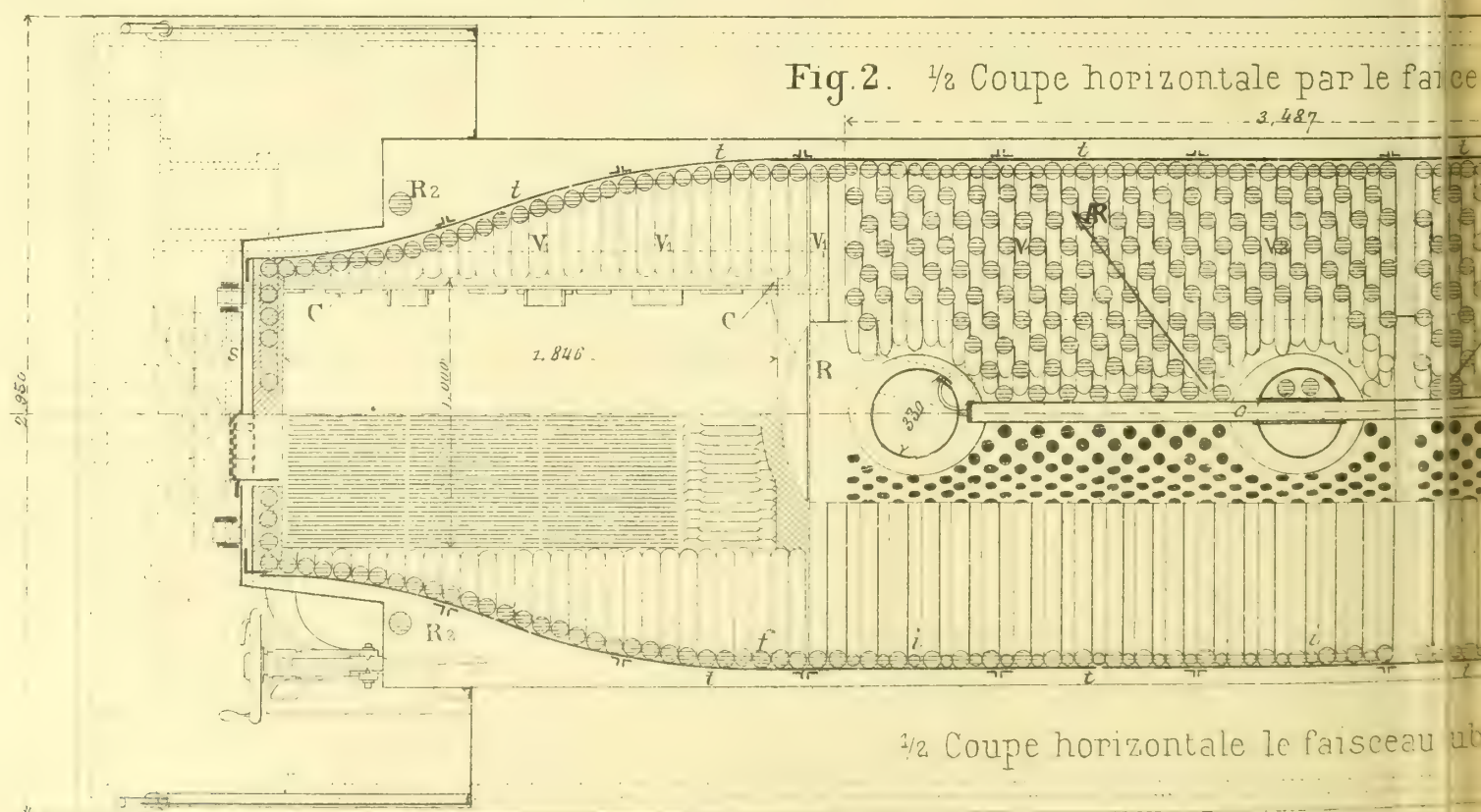


Fig.2. 1/2 Coupe horizontale par le faice



1/2 Coupe horizontale le faisceau ub

BES D'EAU SYSTEME ROBERT

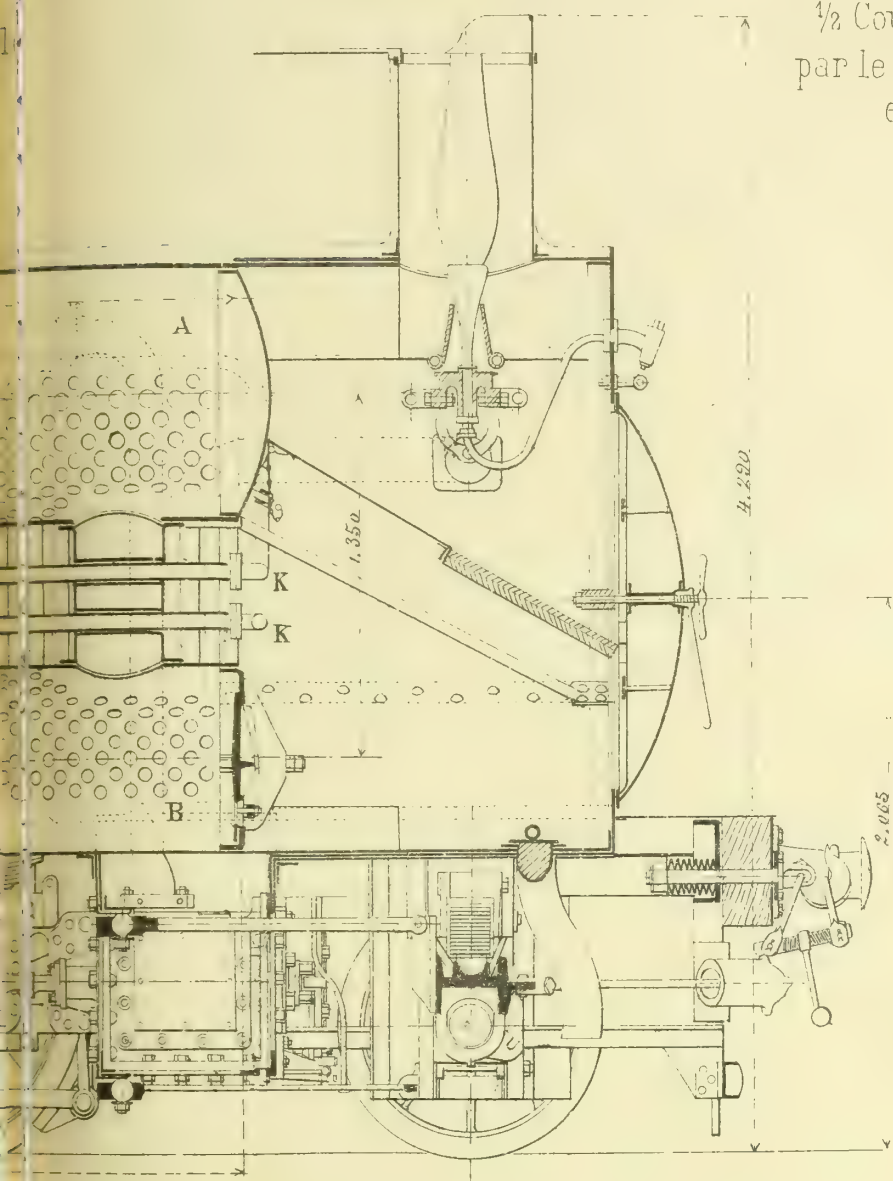


Fig.3.

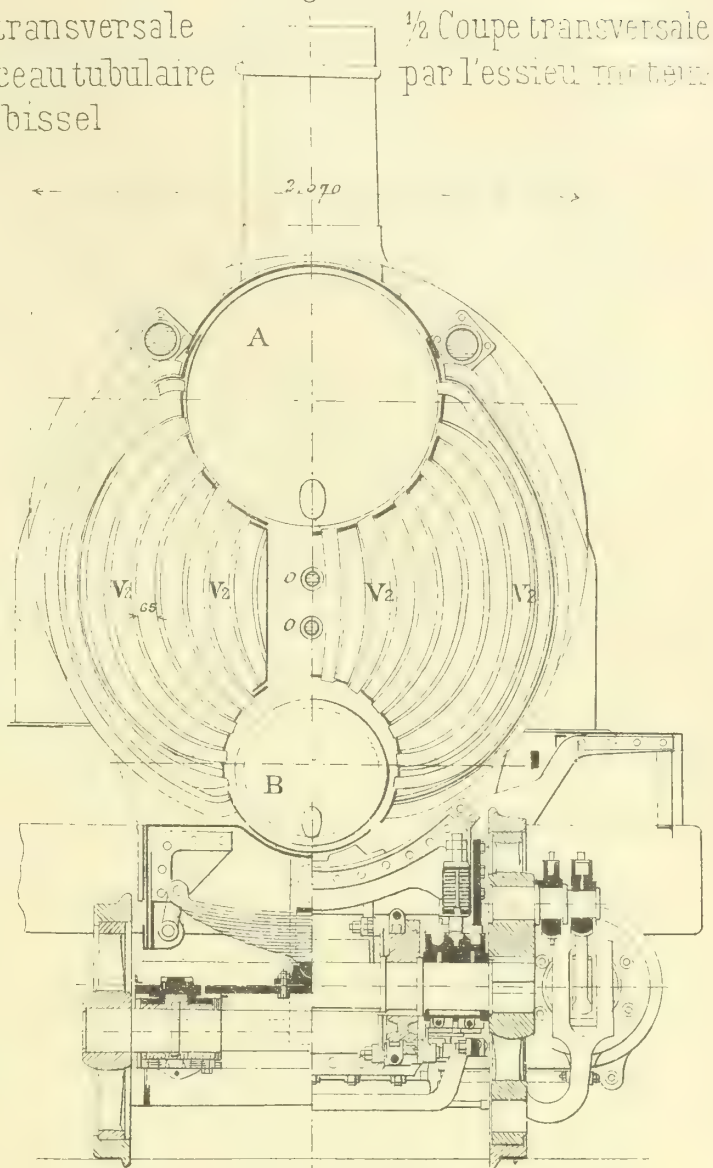
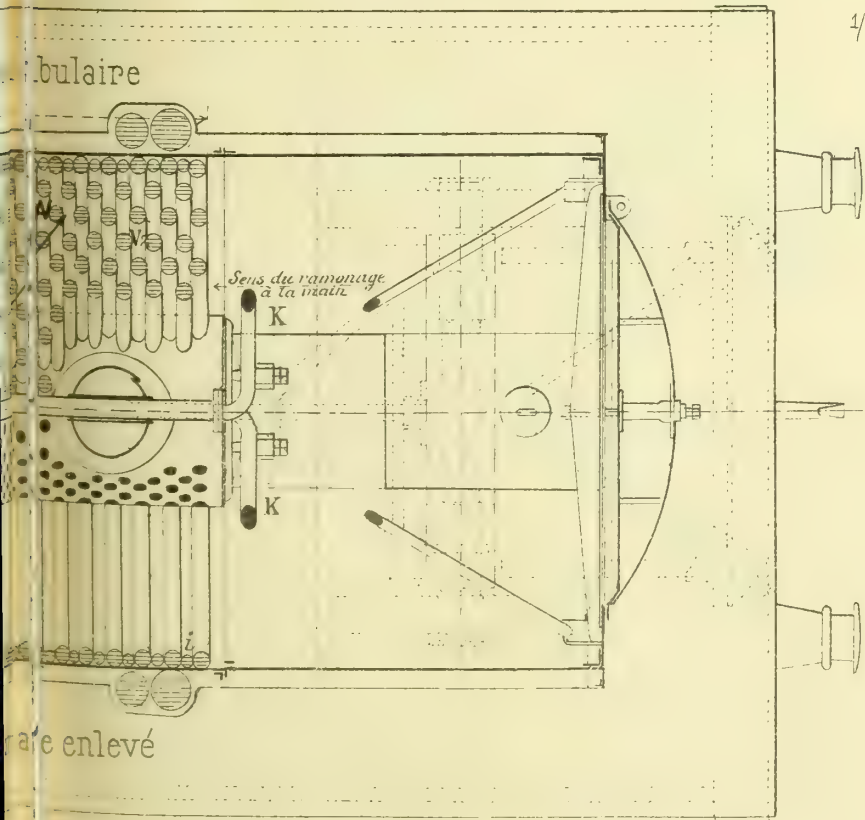
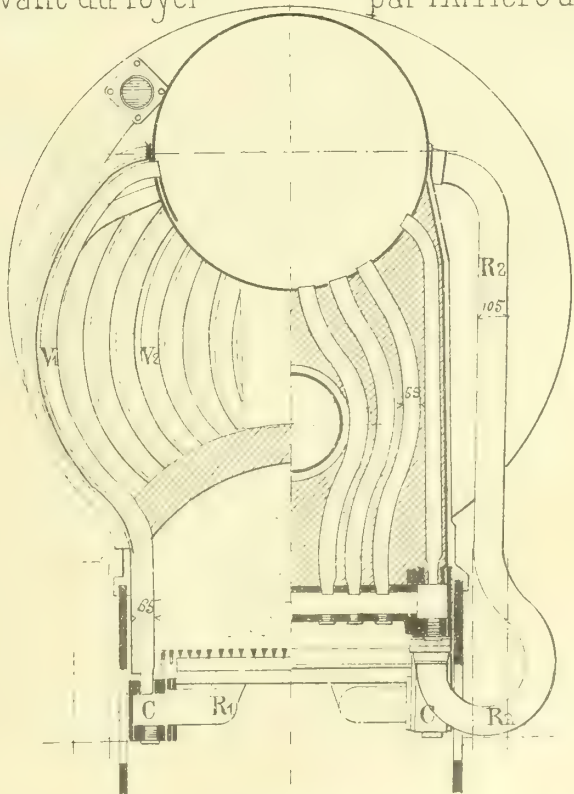


Fig.4.



1/2 Coupe transversale
par l'Avant du foyer

1/2 Coupe transversale
par l'Arrière du foyer



Volume d'eau au niveau supérieur. mètres cubes.	7,650
— — — — — inférieur. —	5,850
Différence utile pour la vaporisation. —	1,200
Volume de vapeur au niveau inférieur. —	2,650
Poids de la chaudière vide, sans accessoires. . . tonnes.	13,500
— — — — — pleine, — —	19,350
Hauteur du centre de gravité de la chaudière au-dessus du rail mètres.	2,280

ENTRETIEN. — La chaudière Robert affirme sa supériorité sur les chaudières de locomotives ordinaires, au point de vue des conditions de rapidité et d'économie dans lesquelles peut se faire le détartrage, sans qu'il soit besoin de démonter aucun organe, comme dans le générateur du type classique. Lorsque la chaudière rentre au dépôt pour y subir l'opération du lavage, on la vide et on la remplit d'eau froide, jusqu'à ce qu'on puisse pénétrer à l'intérieur des réservoirs cylindriques. Ceux-ci sont munis, à cet effet, de fermetures autoclaves (fig. 4). La dislocation des assemblages qui pourrait résulter de cet abaissement brusque de température n'est pas à craindre comme avec les chaudières à tubes à fumée.

Le nettoyage des réservoirs peut se faire avec facilité sans l'emploi d'appareils spéciaux, puisqu'ils sont toujours accessibles; celui des tubes s'opère de la façon suivante. Un ouvrier y fait pénétrer, par le coffre supérieur, un arbre flexible animé d'un mouvement rapide que lui communique une transmission de l'atelier. Les raclettes que porte cet arbre à son extrémité détachent le tartre adhérent, lequel tombe dans le coffre inférieur ou dans le cadre creux du foyer, d'où on l'extrait sans peine. Le détartrage d'un tube ne dure que quelques minutes.

Tous les éléments de la chaudière peuvent, de cette façon, être maintenus en état constant de propreté et la vaporisation s'effectue ainsi dans les meilleures conditions.

Il faut aussi procéder, dans le générateur Robert, au nettoyage des tubes, c'est-à-dire à l'enlèvement de la suie qu'y ont accumulée les gaz de la combustion. Ce nettoyage peut se faire, même en cours de route, par les agents de la machine. A cet effet, on a disposé deux tuyaux *o, o* (fig. 1 et 3, pl. XIII) reliés aux conduites de vapeur *k* et percés de petits trous inclinés dans le sens convenable. En ouvrant le robinet qui donne accès à la vapeur dans les conduites *k*, il se produit un ramonage énergique des parois extérieures des tubes; la suie s'évacue par la cheminée.

AVANTAGES. — La chaudière Robert présente, sur les chaudières ordinaires avec tubes à fumée, un certain nombre d'avantages dont les principaux sont :

1° Un poids moindre, à égalité de surface de chauffe, car la suppression des parois planes entraîne celle des entretoises des tirants et des armatures, nécessaires à la consolidation desdites parois;

2° Facilité de nettoyage, ainsi qu'on l'a vu précédemment;

3° Aucun joint de tube ne se trouvant en contact avec les flammes, les chances de fuites sont beaucoup diminuées;

4° La construction et surtout l'entretien sont moins onéreux qu'avec la chaudière ordinaire et, la durée des réparations étant plus courte, les machines se trouvent immobilisées moins longtemps.

La critique qu'on pourrait peut-être adresser à ce type de générateur est que la surface du plan d'eau dans le réservoir supérieur est assez faible et que, par conséquent, le dégagement de la vapeur doit se faire d'une manière assez tumultueuse et donner lieu à quelques entraînements d'eau.

RÉSULTATS D'ESSAIS. — La locomotive n° 3003 a été mise en service il y a environ seize mois sur la ligne d'Alger à Affreville, pour remorquer des trains de marchandises. Cette ligne, d'une longueur de 119^{km} 4, est très accidentée et présente, sur des parcours assez longs, des déclivités atteignant 20 millimètres par mètre. La charge des trains a pu être supérieure de 25 % à celle des convois remorqués par les machines avec tubes à fumée, ayant des surfaces de chauffe et de grille sensiblement égales et qu'on affectait au même service. Quant à l'économie de charbon, due particulièrement à un meilleur état des surfaces évaporatoires et à une meilleure circulation de l'eau, elle peut être estimée à 10 %, avec la locomotive Robert.

L'entretien de la chaudière de cette machine a été, jusqu'à présent, sensiblement nul, tandis que dans les locomotives ordinaires, il a été nécessaire de remplacer, pendant le même temps, un grand nombre d'entretoises, de tubes, ainsi que les plaques tubulaires, en raison de la mauvaise qualité des eaux. L'expérience semble donc avoir montré que la chaudière à tubes d'eau, du système Robert, constitue, par rapport à celle à tubes à fumée, un réel progrès dans la construction des locomotives, notamment au point de vue de la facilité et de l'économie d'entretien.

F. BARBIER,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

TRAVAUX PUBLICS

DIGUE DE LA SOCIÉTÉ DES MINES DE HODBARROW

Les filons d'hématite découverts en 1843, d'une puissance de 30 mètres, qu'exploite la Société des mines de Hodbarrow, sont

situés dans le terrain carbonifère bordant la côte du Cumberland à Hodbarrow-Point (Angleterre). Ils ont une orientation à peu près constante et se dirigent vers l'ouest en s'avancant vers la mer, sous laquelle les galeries d'exploitation ont dû être poursuivies. Une con-

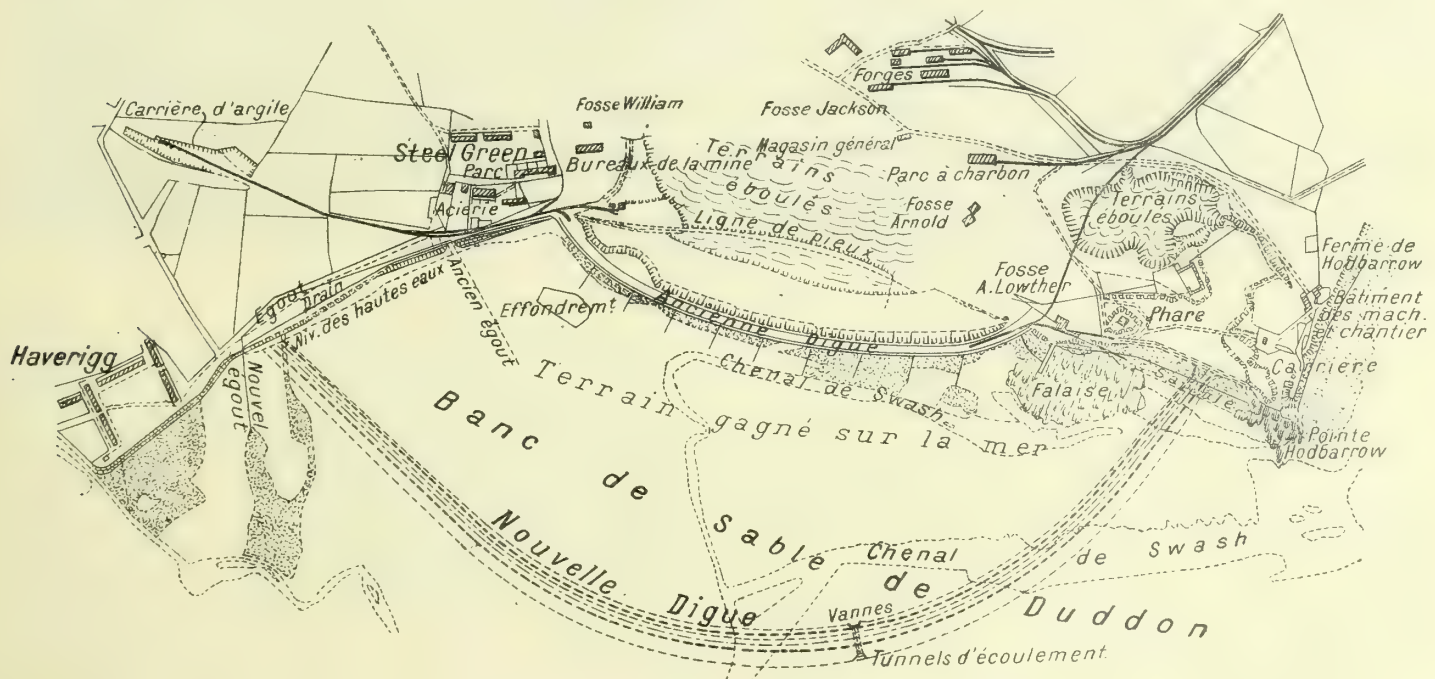


Fig. 1. — Plan de la nouvelle digue des mines de Hodbarrow (Angleterre).

situés dans le terrain carbonifère bordant la côte du Cumberland à Hodbarrow-Point (Angleterre). Ils ont une orientation à peu près constante et se dirigent vers l'ouest en s'avancant vers la mer, sous laquelle les galeries d'exploitation ont dû être poursuivies. Une con-

d'ailleurs suffisante pour compenser largement les frais qu'entraînaient de semblables travaux.

Au début, il avait suffi d'une simple ligne de pieux garnie d'un revêtement en madriers jointifs pour arrêter la mer quand, au mo-

ment des fortes marées, elle avait tendance à envahir les terrains éboulés; mais cette défense un peu sommaire devint bientôt insuffisante et dut être remplacée par une digue qui fut commencée en 1888 et terminée en 1890. Celle-ci était constituée (fig. 2) par un mur de soutènement en maçonnerie, en avant duquel on avait battu

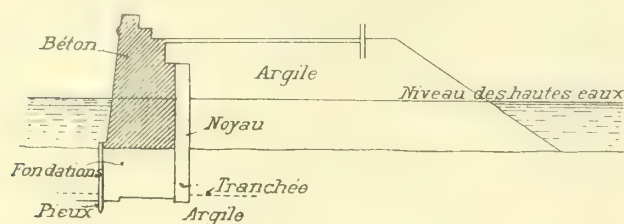


FIG. 2. — Coupe transversale de l'ancienne digue.

une ligne de pieux et de palplanches. En arrière de ce mur, on avait creusé une tranchée descendant jusqu'à la couche imperméable du terrain. On avait comblé ensuite cette tranchée avec de l'argile fortement damée et on l'avait surmontée d'un mur, également en argile, s'élevant jusqu'au-dessus du niveau des plus hautes marées, et s'appuyant directement contre la maçonnerie du premier mur. En arrière

santes, que nous allons exposer d'après l'*Engineering*, du 7 avril; ils sont aujourd'hui terminés.

La nouvelle digue (fig. 1, 3 et 4) devait non seulement préserver le terrain gagné sur la mer contre un envahissement brusque de celle-ci, mais encore empêcher toute infiltration de l'eau de mer à travers le terrain sous-jacent dont la nature est très variable. La longueur totale de la

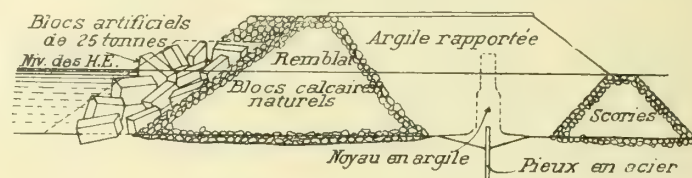


FIG. 3. — Coupe transversale de la nouvelle digue.

digue est de 2 095 mètres; elle se développe en arc de cercle entre Haverigg et Hodbarrow-Point et a une largeur de 63 mètres à la base et de 25 mètres au sommet avec une hauteur de 12 mètres au centre.

Pour lui donner toute l'imperméabilité nécessaire, on a employé trois méthodes de construction différentes suivant la nature du terrain sous-jacent. Là où le terrain imperméable affleurerait, on s'est



FIG. 4. — Vue de la nouvelle digue de Hodbarrow-Point entièrement terminée.

de ce dernier se trouvait, en outre, un terre-plein formant digue, couronné par une plate-forme avec chaussée.

Cette nouvelle digue donna d'abord pleine satisfaction; toutefois, les travaux d'avancement se trouvant un jour amenés au contact d'un banc de sable perméable, l'eau les envahit après une forte marée, en provoquant en avant de la digue un effondrement du terrain qui fut provisoirement entouré d'une ligne de palplanches et comblé (fig. 1). Ce banc de sable traversait, il est vrai, la digue à une assez grande profondeur au-dessous de ses fondations, mais l'affouillement qui s'y produisit par le passage de l'eau provoqua bientôt des tassements qui eurent pour effet de faire ébouler la glaise située au-dessus du sable affouillé et de fermer le passage à l'eau d'infiltration.

Cet accident, peu grave en réalité, démontra néanmoins l'avantage qu'il y aurait, au double point de vue de la sécurité de la mine et aussi de l'exploitation, à élever beaucoup plus loin de la côte une digue plus longue, remplaçant l'ancienne devenue insuffisante, au lieu de renforcer celle-ci par des enrochements en blocs artificiels jetés à sa base comme il en avait été question tout d'abord; la construction de cette nouvelle digue fut décidée en 1900, et aussitôt commencèrent les travaux présentant quelques particularités intéres-

contenté de creuser une tranchée que l'on a remplie d'argile battue et que l'on a surmontée d'un mur également en argile, dépassant le niveau des plus fortes marées; on protégeait ce noyau en argile par un remblai en blocs naturels avec parements en blocs artificiels du côté de la mer et par un second enrochement en scories, plus bas, du côté de la terre, en remplissant l'intervalle entre ces deux remblais avec de la terre argileuse rapportée.

Lorsque le terrain imperméable était, au contraire, recouvert par une couche de sables ou d'alluvions de faible épaisseur, on y enfonçait jusqu'au terrain imperméable une ligne de pieux et de palplanches en bois, au-dessus de la tête desquels on élevait un mur en argile dépassant en hauteur le niveau des plus hautes eaux; la construction du reste de la digue demeurait la même. Lorsque enfin cette couche perméable fut trouvée à une assez grande profondeur, on remplaça les pieux en bois et les palplanches par des fers profilés offrant une plus grande résistance et plus faciles à enfoncer dans ces conditions. La figure 3 donne une coupe en travers de cette digue en un point où se trouvent des pieux et des palplanches de ce dernier système.

La digue est percée, en son centre, de quatre tunnels en béton de

58 mètres de longueur et de $4^m70 \times 4^m55$ de section moyenne, à radier plat du côté de la mer et courbe du côté de la terre, permettant d'évacuer les eaux de pluie ou de sources en arrière de la digue. Un parapet, long de 30 mètres environ, règne au-dessus de ces tunnels; les murs des extrémités sont en moellon et les feuillures des vannes en granit cimenté.

Les travaux de cette digue furent commencés en partant à la fois des deux points d'insertion sur le rivage.

Après des essais effectués dans un terrain analogue à celui qu'on devait traverser, on a adopté pour la cloison étanche en fer le dispositif suivant. On enfonçait des pieux en acier ayant une section en H sur les deux ailes desquels étaient rivées des cornières (formant sur chacune d'elles une rainure courant le long du pieu) en les écartant de 90 centimètres d'axe en axe; entre ces pieux et couissant dans les rainures opposées de deux pieux voisins, on enfonçait des fers plats, renforcés de deux fers en T en leur milieu, pour leur donner une plus grande rigidité.

Les pieux en H ont une section de $225 \times 175 \times 19$ millimètres, ils sont composés de deux tronçons rivés bout à bout; les cornières rivées sur eux ont $75 \times 75 \times 13,7$ millimètres. Les fers plats ont une épaisseur de 19 millimètres; le jeu laissé entre les pieux et les fers plats est de 12 millimètres de chaque côté dans le sens de la largeur de ces derniers et de 3 millimètres dans le sens de leur épaisseur.

Les extrémités inférieures de ces fers plats n'ont pas été pourvues de sabots mais simplement renforcées par quatre bouts de fers à T placés de part et d'autre des T centraux, puis découpées en dents de scie très aplaties, pour pouvoir entrer plus facilement dans le terrain dur. Leur tête s'emboîtait dans un bloc en acier coulé par l'intermédiaire duquel leur était transmis le choc du mouton de la sonnette; ce bloc portait une rainure profonde ayant en creux exactement le même profil que le fer. Les pieux en H étaient également coiffés d'un bloc remplissant le même office.

Ces pieux et les palplanches en fer étaient tous enfoncés au moyen de sonnettes à vapeur, dont les chaudières étaient montées sur des trucks de chemin de fer, qu'on pouvait emmener sur la terre ferme, lorsque la marée commençait à les atteindre. A un moment donné il y eut à la fois jusqu'à trente-deux de ces sonnettes à vapeur en travail enfonçant les pieux à des profondeurs variant entre 7^m85 et 10^m60 .

Pour assurer l'enfoncement vertical des pieux métalliques, on re-

liait leur tête à deux câbles permettant de les redresser lorsqu'ils déviaient latéralement; d'autre part, leurs déviations dans le sens perpendiculaire à la face de la sonnette étaient corrigées par un léger déplacement de celle-ci qui avait pour effet de modifier la direction du coup donné par le mouton. Sur l'emplacement des tunnels d'évacuation d'eau, ces pieux étaient dégagés par une tranchée latérale et leur partie supérieure séparée pour donner passage à ces conduits,

par simple enlèvement des rivets qui réunissaient leurs deux tronçons.

Parallèlement à la ligne des pieux, et au fur et à mesure de leur avancement, on élevait les deux remblais de blocs naturels, formant la partie résistante de la digue, en ayant soin de maintenir toujours le remblai extérieur composé de blocs aussi volumineux que possible; quelques-uns pesant jusqu'à 15 tonnes, en avance sur le remblai intérieur plus bas, de manière à protéger ce dernier contre l'assaut direct des vagues.

Les pentes des talus du premier de ces remblais étaient de 1,5 sur 1 du côté de la mer, et de 4

sur 1 du côté de la terre, sa largeur de 3 mètres au sommet et de 30 mètres à la base, et sa hauteur de 12 mètres. Le petit remblai intérieur arrivait seulement à la hauteur des plus hautes marées et sa largeur au sommet était de 2^m70 . Entre ces deux remblais, le sol était creusé pour dégager les têtes des pieux en fer au-dessus desquels on élevait le mur en argile, battue et damée soigneusement; l'espace qui les séparait était enfin comblé avec de la terre argileuse amenée par des wagons.

Les deux extrémités de la digue étant peu exposées au choc direct des vagues venant de la haute mer, la digue n'y est protégée que par les enrochements en blocs naturels, sur une longueur de 480 mètres de chaque côté; par contre, son centre est renforcé par des blocs artificiels de 25 tonnes (fig. 5) disposés régulièrement et offrant aux vagues des arêtes vives faisant fonction de brise-lames et destinés aussi à comprimer fortement les sables sous-jacents pour augmenter leur stabilité et leur imperméabilité.

Une certaine longueur de cette digue dut être établie sur

des fondations spéciales, en raison de la mauvaise qualité du sous-sol. En ce point furent placés en quinconce des pieux écartés de 1^m20 , à têtes moisées, couvrant une surface ayant comme largeur celle de la base de la digue et une longueur totale de 25 mètres, puis les têtes de ces pieux furent dégagées et noyées, ainsi que le treillis horizontal des moisées, dans un lit de béton.

En un point où le terrain était tout particulièrement mauvais, la

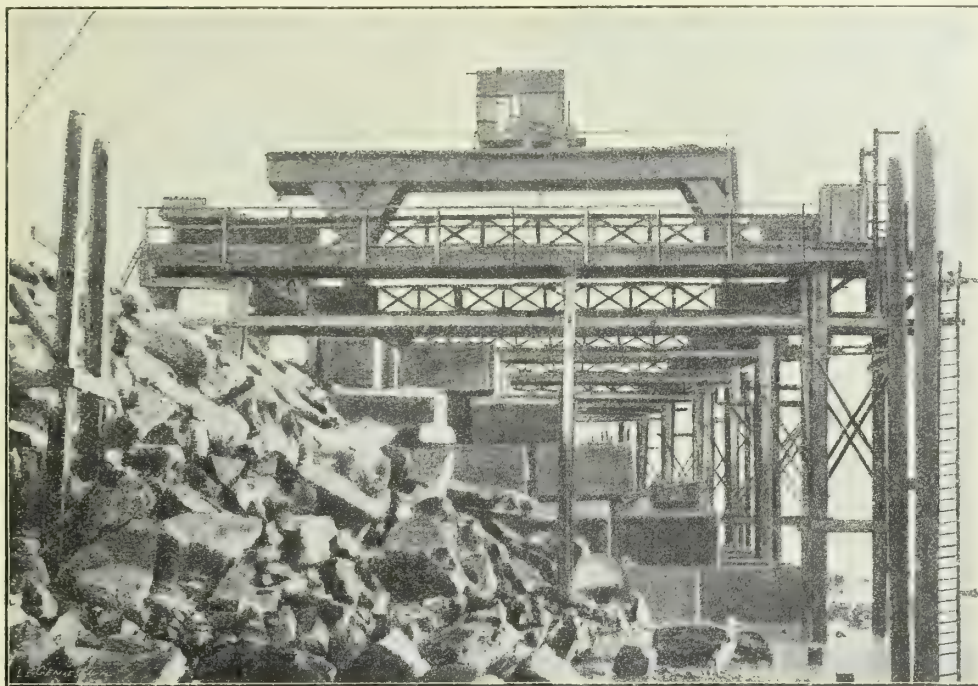


Fig. 5. — Mise en place des blocs de béton de 25 tonnes.

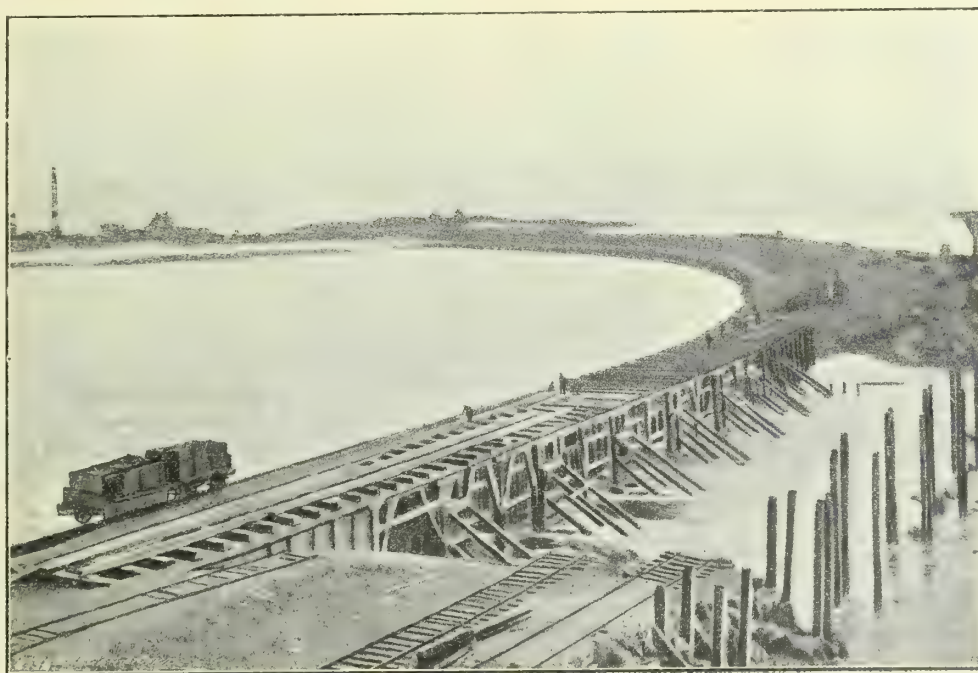


Fig. 6. — Vue de l'estacade fermant provisoirement la digue avant assèchement complet du terrain.

ligne de pieux métalliques fut même doublée par une deuxième ligne de pieux de même type enfoncés du côté de la mer, pour augmenter l'étanchéité du système.

Lorsque les deux extrémités en construction de la digue ne furent plus qu'à 125 mètres l'une de l'autre, le point où elles devaient se rejoindre étant au nord-ouest des conduits d'écoulement d'eau, les travaux de terrassement furent momentanément suspendus et remplacés par ceux d'une estacade en charpente établie immédiatement en arrière de la ligne des pieux en fer.

Cette estacade (fig. 6) fermait la digue et soutenait d'un côté le mur en argile qui prolongeait le noyau de la digue en formant un batardeau au-dessus de la ligne des pieux en fer; elle était percée de trente-six conduits livrant passage au flux et au reflux. A la marée basse de morte-eau du 20 juillet 1904, ces conduits furent tous obstrués et la ligne de la digue se trouva ainsi complétée, le terrain gagné sur la mer entièrement mis à sec. Les travaux de terrassement furent alors repris et les enrochements de blocs naturels prolongés des deux côtés de l'estacade et en partant de chacune de ses extrémités jusqu'à ce qu'ils se fussent rejoints au milieu de celle-ci, en même temps que les blocs artificiels furent déposés sur leur talus extérieur du haut de la plate-forme.

Ces derniers travaux prirent en tout deux mois et furent poussés beaucoup plus activement que les autres; on déposa quelquefois jusqu'à cinquante et un blocs artificiels de 25 tonnes dans une journée, alors que pour le reste de l'ouvrage la moyenne n'était que de vingt-cinq.

On a employé à la construction de cette digue 1 500 000 tonnes de moellons et de blocs calcaires, 1 million de tonnes d'argile ou de terre argileuse, 150 000 tonnes de blocs artificiels, 4 400 tonnes de pieux en acier et 3 500 mètres cubes de bois (pieux, palplanches et pièces de charpente diverses).

La dépense totale a été d'environ 12 500 000 francs.

E. H.

MÉTALLURGIE

INFLUENCE DE LA DESSICCATION DU VENT sur la marche des hauts fourneaux.

En octobre dernier, M. James Gayley, à la réunion de l'Iron and Steel Institute qui s'est tenue à New-York, faisait une communication sur les bons résultats obtenus par lui en desséchant l'air destiné au soufflage d'un des hauts fourneaux Isabella que possède la Compagnie Carnegie à Etna, près de Pittsburg. La dessiccation était obtenue par congélation de l'humidité contenue dans l'air du vent avant sa compression; M. Gayley réalisait ainsi une économie de combustible énorme (20 % environ) et voyait augmenter considérablement la production journalière du haut fourneau qui passait de 358 à 447 tonnes. D'après ses dernières évaluations, le procédé n'entraîne à aucune dépense supplémentaire d'énergie et les frais de premier établissement de l'usine frigorifique sont couverts par les bénéfices réalisés au bout d'un an de marche (1).

La grandeur de ces chiffres était si inattendue qu'elle souleva, quant à l'interprétation des faits et à l'économie du procédé, en Europe comme en Amérique, une discussion qui n'est pas encore terminée.

Le *Génie Civil* a exposé en détail quelques-unes des opinions autorisées qui ont été émises sur cette question (2) sans d'ailleurs la résoudre définitivement. Pendant le cours de cette discussion, M. Gayley poursuivait systématiquement ses essais; les résultats qu'ils ont donnés pendant ces derniers mois viennent d'être rapportés par lui dans une nouvelle communication, faite le 12 mai dernier, à la session de l'Iron and Steel Institute qui s'est tenue à Londres. L'auteur, qui avait déjà fourni quelques explications complétant son premier mémoire lors de sa discussion devant l'American Institute of Mining Engineers (3), s'y montre assez indifférent à la polémique qu'il a soulevée: il donne la signification exacte de certains chiffres, d'ailleurs insuffisants ou contradictoires, qui avaient conduit à une interprétation erronée de la part de certains critiques; il affirme notamment que les récupérateurs sont en bon état, ce qui paraissait douteux, et ne cherche ni à expliquer l'amélioration, comme il l'avait fait la première fois, ni à contester la possibilité de l'obtenir par d'autres moyens, ce qui est d'ailleurs en dehors de la question; il s'attache surtout à montrer que toutes choses égales, la dessiccation du vent produit une amélioration; pour cela, il compare la marche de deux hauts fourneaux identiques fonctionnant en même temps et dans les

mêmes conditions sauf en ce qui concerne la dessiccation du vent.

Son but est évidemment de réfuter deux objections, dont l'une au moins assez sérieuse, qui lui avaient été faites, à savoir:

1° Que sa seule présence a suffi pour que les ouvriers apportent plus de soin au fonctionnement du haut fourneau, d'où l'amélioration constatée;

2° Que le haut fourneau renferme un volant de chaleur et une réserve de charges beaucoup trop considérables pour que les deux courtes périodes mentionnées dans le premier mémoire (dix et vingt jours) correspondant au vent ordinaire et au vent sec, puissent être considérées comme représentant deux marches normales distinctes.

Avant de donner les parties essentielles de ce deuxième mémoire, nous croyons utile d'exposer, aussi sommairement que possible, les diverses explications qui ont été formulées jusqu'ici, tant en France qu'à l'étranger, en dehors de celles de MM. Lodin, Le Chatelier, Pourcel et Boudouard, qui ont déjà paru dans le *Génie Civil* et auxquelles nous renvoyons le lecteur.

Questions soulevées par le problème. — Les critiques ne sont pas d'accord quant aux différences observées dans la marche et la consommation de coke entre l'hiver et l'été; en été, en effet, l'air quoique à un état hygrométrique plus bas qu'en hiver, renferme à poids égal un poids d'eau supérieur et ne conduit pas cependant toujours à une plus grande consommation de coke. Aucun critique ne semble plus contester les chiffres avancés par M. Gayley, car on sait qu'un grand nombre de métallurgistes européens, lors de l'Exposition de Saint-Louis, ont eu très libéralement accès auprès des hauts fourneaux Isabella et ont pu constater *de visu* les conditions de marche, le soin avec lequel les observations ont été faites et l'exactitude des chiffres rapportés. Ils ont donc pu exercer tel contrôle qu'il leur a plu. Dans une étude parue dans le *Stahl und Eisen*, du 1^{er} mars, le professeur Mathesius, de Charlottenburg, admet sans restriction les faits rapportés par M. Gayley et les bons effets dus à la dessiccation; il ne fait d'objection que sur l'économie du procédé, quant à la manière de dessécher l'air: la congélation lui semble peu avantageuse et l'emploi du chlorure de calcium devrait lui être préféré. Nous nous proposons d'eux de revenir sur cette question, intéressante à d'autres égards.

Les questions soulevées peuvent se ramener à trois:

1° Quelles sont les causes de l'économie réalisée?

2° L'économie est-elle réalisable par la dessiccation du vent dans tous les cas?

3° Y a-t-il possibilité de réaliser la même économie par d'autres moyens et, si ces moyens existent, quel est le plus économique?

Il est bien évident que les deux dernières questions, qui sont placées sur un terrain tout à fait utilitaire, ne peuvent cependant être résolues que s'il est répondu tout d'abord à la première, qui est d'ordre purement scientifique. Or, on peut dire qu'à celle-ci, il n'a encore été fait aucune réponse satisfaisante avec chiffres justificatifs à l'appui.

On a surtout éludé la question en faisant remarquer que le vent du haut fourneau Isabella était trop froid et que les récupérateurs étaient en nombre insuffisant; en un mot, que le fonctionnement était défectueux. Or, comme le fait remarquer M. Pourcel, M. Gayley a été le promoteur de la marche rapide, laquelle exige un vent aussi chaud que possible et on ne voit pas pourquoi M. Gayley n'en eût point usé s'il l'avait pu. On doit donc admettre, et M. Gayley l'affirme lui-même, qu'avant dessiccation du vent, le haut fourneau marchait dans les meilleures conditions possibles pour produire une fonte donnée avec des matières premières données, et ce fait indéniable subsiste: la dessiccation apporte une amélioration qu'aucun autre moyen n'avait donnée. C'est l'explication de cette amélioration qu'il faut avant tout fournir.

Puisqu'il s'agit d'économie de combustible à justifier, il a semblé rationnel de faire appel aux bilans calorifiques et d'emprunter, en apparence du moins, à la thermochimie, science exacte, quelque peu de son exactitude. Mais ici, comme on le verra, cette exactitude est illusoire et fût-elle réelle, qu'elle ne permettrait d'envisager qu'un des côtés de la question, laissant en suspens celui dont l'abord est le plus difficile; en effet, il n'y a pas que les quantités de chaleur qui entrent en jeu, il y a aussi les températures. La chimie physique enseigne qu'il ne suffit pas de fournir les quantités de chaleur nécessaires à une réaction pour qu'elle ait lieu; il faut encore réaliser certaines conditions de température et de pression en dehors desquelles les réactions n'ont pas lieu ou sont incomplètes (4). La thermochimie suppose toujours des réactions totales, tandis que le cas général est celui de réactions incomplètes et réversibles donnant lieu à des équilibres. C'est le cas notamment du haut fourneau, comme l'a si bien montré M. Boudouard pour la première fois en ce qui concerne le rapport des quantités d'acide carbonique et d'oxyde de carbone qui se dégagent du gueulard; pour une marche donnée, ce rapport tend vers une limite déterminée, indépendante de toutes les autres conditions.

(1) Dans le cas présent la pression, étant voisine de l'atmosphère et pratiquement constante, ne semble pas devoir intervenir.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 5, p. 71.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 6, p. 92, et n° 11 p. 173.

(3) *Bi-Monthly Bulletin of the American Institute of Mining Engineers*, n° 3, mai 1903. A signaler, notamment, que, en marche à l'air sec, la fonte pour acier au four à sole basique titrait 0,75-0,90 % de silicium au lieu de 0,60-0,75.

M. Lodin ⁽¹⁾ et M. J. E. Johnson Jr. ⁽²⁾ de Longdale (États-Unis), semblent être les seuls à admettre l'existence d'une température critique, inconnue d'ailleurs, au-dessous de laquelle certaines réactions essentielles du haut fourneau n'auraient plus lieu; il faudrait, d'après cela, atteindre avant tout cette température, et dès qu'elle est atteinte, la dépasser autant qu'il est possible. La chaleur apportée à l'ouvrage, siège de ces réactions, sert donc à deux fins : 1° d'abord élever la température jusqu'au point critique avant que rien d'utile n'ait été fait dans le haut fourneau; 2° produire les réactions endothermiques de la réduction et les changements d'état physique. La chaleur dépensée pour produire ces réactions est la seule qui puisse être considérée comme chaleur vraiment utile.

Bilans calorifiques. — Les chiffres fournis par M. Gayley ne permettaient pas de faire exactement ces bilans. M. Gayley seul eût été en état de les faire; il a cru bon de s'en dispenser jugeant sans doute qu'ils eussent demandé un très grand nombre de déterminations qui, quoique précises, auraient représenté, tant bien que mal, des moyennes sans grande signification.

Voici, à titre d'indications, deux de ces bilans, dressés, le premier, A, par M. Lodin ⁽³⁾, le deuxième, B, par M. Louis Levêque ⁽⁴⁾.

TABLEAU I. — *Bilans calorifiques correspondant aux deux modes de fonctionnement.*

	AIR HUMIDE (vent à 363° C.)		AIR SEC (vent à 463° C.)	
	A	B	A	B
Vaporisation de l'eau des charges. . . calories.	100	127	100	106
Chaleur sensible des gaz du gueulard	341	447	201	245
Décomposition de la castine	198	201	198	195
Réduction du fer	1 660	1 660	1 660	1 660
Réduction des autres métalloïdes absorbés par la fonte ⁽¹⁾	78	105	78	75
Fusion de la fonte.	300	300	300	300
Fusion du laitier	270	270	270	266
Décomposition de l'eau du vent.	134	135	34	35
Chaleur perdue par rayonnement.	760	687	504	615
TOTAL : Chaleur absorbée . . . calories.	3 841	3 932	3 345	3 497
Combustion du carbone calories.	3 444	3 534	2 988	3 097
Chaleur apportée par le vent.	397	398	357	400
TOTAL : Chaleur dégagée. . . . calories.	3 841	3 932	3 345	3 497

(1) Les chiffres de M. Levêque comprennent en plus la réduction relative au manganèse.

Dans le cas où l'air a été desséché, on trouve en moins :

TABLEAU II. — *Balance calorifique, par tonne de fonte, correspondant aux deux modes de fonctionnement.*

	A	B
Vaporisation de l'eau des charges. calories.	21	0
Chaleur sensible des gaz du gueulard.	202	140
Décomposition de la castine	6	0
Réduction des métalloïdes.	30	0
Fusion du laitier	4	0
Décomposition de l'eau du vent	100	100
Pertes par rayonnement.	72	256
DIFFÉRENCE TOTALE. calories.	435	496

Si l'on admet que les 435 calories (chiffre A) étaient fournies par du carbone supplémentaire brûlant en CO, cela nécessitait 200 kilogr. de coke à 11 % de cendres par tonne de fonte, ce qui correspond assez bien aux chiffres donnés par M. Gayley, cette consommation ayant passé de 967 à 777 kilogrammes.

Cette interprétation, donnée par M. Levêque, permettrait de prouver que, dans le cas de l'air desséché, le haut fourneau a continué à marcher comme dans le cas de l'air humide; il n'y aurait aucun fait nouveau auquel il faille avoir recours pour expliquer l'amélioration, mais seulement des différences quantitatives quant à des phénomènes connus; la marche reste essentiellement la même.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 6, p. 92.

(2) *Iron Age* des 16 et 23 février 1903.

(3) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 6, p. 92. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences.*)

(4) *Revue de Metallurgie*, n° 6, 2 juin 1905.

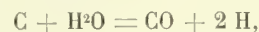
La difficulté vient de ce que ce total de 435 calories est formé surtout de termes sujets à caution. Il ne faut pas oublier, en effet, que la détermination directe de toutes ces quantités ne peut être qu'approximative, qu'elle n'a d'ailleurs pas été faite et que les chiffres donnés par M. Gayley sont insuffisants ou ne concordent pas assez ⁽¹⁾ pour qu'on puisse les prendre pour base d'un pareil calcul. La preuve en est fournie très simplement par le fait que la chaleur perdue par rayonnement, obtenue par différence, devrait être théoriquement la même pour A et B; or, elle est très différente, et elle joue un rôle assez prépondérant dans la différence totale du tableau II pour renverser toutes les conclusions qu'on peut tirer de ce tableau.

Ces deux bilans présentent de plus un défaut commun : celui de supposer implicitement résolu ce qui est précisément en question : le rôle joué par la vapeur d'eau. Admettre la chaleur de décomposition de l'eau au passif sans faire figurer un nombre égal pour sa reconstitution à l'actif, c'est affirmer implicitement que l'eau s'est décomposée totalement dans l'ouvrage (et il n'y a certainement que dissociation partielle) et que ses éléments ne se sont pas recombines, sous une forme ou sous une autre, dans les parties plus froides; si cela était, on devrait retrouver une plus grande quantité d'hydrogène dans les gaz s'échappant du gueulard dans le cas de l'air humide; or M. Gayley ne l'a pas constaté et cela est contraire, d'ailleurs, à tout ce que l'on sait sur la dissociation. Cela est contraire aussi à l'expérience, comme l'avance M. Johnson en rappelant les travaux de Sir Lowthian Bell sur la question. Dans ces expériences, les gaz du gueulard ne renfermaient jamais que des traces d'hydrogène, alors que la proportion aurait dû être de 2 à 3 % pour les quantités de vapeur d'eau existantes dans le vent. Ce point est important à signaler, car un grand nombre de métallurgistes et de chimistes, qui attribuent à la dissociation l'amélioration de marche, ont semblé regretter que la détermination de la quantité d'hydrogène contenue dans les gaz du gueulard n'ait point été faite; elle aurait fourni, en effet, au moins une des clefs du problème. Le renseignement donné par M. Johnson est cependant déjà une indication.

Température critique, rôle de la dissociation. — Si l'on admet le cas le plus favorable, non réalisé comme on l'a vu, où toute la vapeur d'eau est dissociée et où les produits de la dissociation ne se recombinaient pas avant leur arrivée au gueulard, la suppression de l'eau conduit à une économie qui représente à peine le quart de celle qui a été constatée; la dissociation envisagée sous cette forme est donc insuffisante à expliquer la moindre consommation de combustible qui a été observée.

Si l'on admet l'existence d'une température critique, elle fournit, au contraire, une explication sinon certaine, car les chiffres manquent pour l'étayer, du moins assez satisfaisante.

D'après M. Weiskopf, de Hanovre, à hauteur de l'ouvrage, la vapeur d'eau donne la réaction suivante :



qui est endothermique. Cette réaction n'est pas complète : elle est limitée par la réaction inverse, et celle-ci et des réactions de combustion de l'hydrogène, qui sont exothermiques, se produisent certainement dans les parties plus froides du ventre, dégagant une quantité de chaleur rigoureusement égale à celle absorbée par la première; elles amènent en conséquence un abaissement de température à hauteur de l'ouvrage et une élévation de température au ventre. Abaissement et élévation ont tous deux pour effet une augmentation du combustible consommé, si on admet : 1° l'existence d'une température critique à l'ouvrage, comme MM. Lodin et Johnson; 2° l'opinion de M. Pourcel sur le rôle joué par la zone de cémentation dans la consommation de coke.

Le bilan de la chaleur disponible dans l'ouvrage pour y produire les réactions essentielles qui se font au-dessus de la température critique peut s'établir comme suit :

Actif.

- a) Chaleur dégagée par la combustion du coke à l'état de CO.
- b) Chaleur apportée par le vent (toujours au-dessous de la température critique).

Passif.

- c) Chaleur absorbée par la dissociation de l'eau ou les réactions endothermiques auxquelles sa présence donne lieu;
- d) Chaleur absorbée pour amener tous les corps présents à la température critique ou au-dessus, si elle est dépassée;
- e) Chaleur absorbée par le rayonnement, la conductibilité;
- f) Chaleur absorbée par les réactions ayant lieu au-dessus de la température critique.

(1) M. Lürmann, en particulier, au cours de la discussion qui a eu lieu à la réunion de décembre 1904 du « Verein deutscher Eisenhüttenleute », fait remarquer que, avec les chiffres de M. Gayley, on peut calculer de trois manières différentes le volume d'une cylindre du compresseur et qu'on trouve ainsi trois nombres différents; l'air a été mesuré aussi en volumes à l'aspiration et à des températures et pressions inconnues, ce qui empêche d'en connaître exactement le poids. Dans son deuxième mémoire, M. Gayley rappelle que les volumes ont été mesurés à la pression et à la température atmosphériques extérieures du moment. Ces températures sont bien indiquées dans les tableaux qu'il a présentés, mais les pressions n'ont pas été observées. La même remarque s'applique aux chiffres du deuxième mémoire qu'on trouvera plus loin.

La quantité f est toujours très faible par rapport à la somme $c+d+e$; c'est elle qui représente la chaleur produisant un travail vraiment utile; les autres quantités de chaleurs consommées sont indispensables sans doute pour l'utilisation de celle-ci, mais elles sont dépensées en pure perte. Les réactions essentielles pour produire une fonte de qualité déterminée pourront donc avoir lieu ou non, selon que le moindre apport de chaleur ou la plus petite économie auront ou n'auront pas été faits sur un quelconque des termes c , d ou e .

On voit que la suppression de c , ou l'augmentation de b , permet de donner à f une valeur plus grande et de diminuer a . Du même coup, on réalise une économie car le poids proportionnel de minerai et de castine passés pour une même charge de coke devient plus grand et la marche est plus rapide; elle se traduit par une diminution relative des pertes e par rayonnement et conductibilité par unité de poids de fonte. Ces pertes sont difficiles à évaluer exactement mais elles sont certainement très considérables, et une économie réalisée par leur diminution amènera une nouvelle économie de combustible et ainsi de suite.

D'autre part, d'après M. Pourcel, la réduction du minerai par l'oxyde de carbone se fait par suite de sa cémentation au moyen du carbone provenant de la réaction



Or, cette réaction ne se produit qu'entre 200 et 800 degrés; en augmentant la température du ventre par suite de la combustion de l'hydrogène qui provient de la dissociation, on diminue l'étendue de la zone où la cémentation a lieu; on ralentit la réduction et par conséquent aussi la marche.

Les expériences directes de M. Boudouard (1), faites sans rien préjuger de la dissociation de l'eau ni du rôle de cémentation joué par l'oxyde de carbone, viennent corroborer cette manière de voir et montrent très nettement que la réduction de Fe_2O_3 ou de FeO en présence de Fe par un mélange de CO et de CO_2 à l'état sec, est plus énergique, de 400 à 1 000 degrés, que quand ces gaz sont mélangés de la quantité de vapeur d'eau qui les saturait à la température ordinaire. A 1050 degrés cependant il n'y a plus de différence sensible.

Si l'on revient maintenant à l'effet que produit la vapeur d'eau qui est contenue dans le vent, on voit qu'il est double.

1° L'eau étant dissociée à l'ouvrage avec absorption de chaleur, y abaisse la température qui alors, peut, dans le cas d'un vent insuffisamment chauffé, et c'est le cas de M. Gayley, n'être plus assez au-dessus du point critique;

2° Les produits de la dissociation se combinant dans les parties plus hautes du fourneau, sous une forme ou sous une autre, régénèrent dans tous les cas la chaleur qui avait été absorbée à l'ouvrage, élèvent inutilement la température du ventre et diminuent l'étendue de la zone de cémentation.

Ces deux effets s'ajoutent pour diminuer l'efficacité du haut fourneau, ce qui se traduit en définitive par un ralentissement de marche et une augmentation de poids du coke brûlé.

Un troisième effet en résulte, qui est la conséquence des deux autres: l'irrégularité de marche. Puisque la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air est variable, les zones du haut fourneau varient en température et en étendue, et le haut fourneau n'est jamais en état de régime stable.

En définitive, la présence de l'eau tend à uniformiser les températures dans le haut fourneau, alors que pour une bonne marche elle doivent être différenciées et nettement localisées en des points parfaitement déterminés. Ces dernières conditions seraient réalisées complètement avec un vent rigoureusement sec et très chaud; elles le sont à peu près avec un vent non desséché mais très chaud (hauts fourneaux d'Europe), ou avec un vent partiellement desséché mais peu chaud (haut fourneau de M. Gayley).

Possibilité d'obtenir des fontes moins sulfureuses. — M. Le Chatelier a fait ressortir très nettement (2), par des expériences directes, la possibilité d'obtenir des fontes moins sulfureuses en substituant le vent sec au vent humide. Ce même résultat peut être obtenu par une élévation de température sans dessiccation; pour les mêmes raisons que précédemment, l'avantage reste donc à la dessiccation puisqu'elle permet d'atteindre facilement une température critique qui, par la suppression de la vapeur d'eau, a vraisemblablement déjà été abaissée.

Nouveaux résultats rapportés par M. Gayley. — Les résultats donnés par M. Gayley dans son premier mémoire, s'étendaient jusqu'à mi-septembre 1904 et couvraient une période d'un peu plus d'un mois; les nouveaux s'étendent de novembre 1904 à mars 1905 et sont relatifs non plus au seul haut fourneau n° 1, qui était soufflé à l'air sec, mais aussi et en même temps au haut fourneau n° 3 qui lui est identique et qui tout d'abord a travaillé dans les mêmes conditions mais à l'air ordinaire. Le mois d'octobre a été exclu à dessein: le haut fourneau n° 1 ayant subi plusieurs interruptions pour cause de

réparations; sa moyenne cependant, dans ces conditions très défavorables, est demeurée très bonne.

Le tableau suivant résume les conditions de fonctionnement.

TABLEAU III. — Conditions de fonctionnement, de novembre 1904 à mars 1905.

		POIDS D'EAU en grammes par mètre cube				TEMPÉRATURES en degrés centigrades				POURCENTAGE des gaz du GUEULARD	
		air atmosphérique		air desséché		air atmosphérique		air desséché		CO	CO ₂
		jour	nuît	jour	nuît	jour	nuît	jour	nuît		
Novembre 1904	moyenne . .	4,54	4,54	2,35	2,30	7,8	6,4	-7,2	-6,7		
	maximum . .	6,13	6,27	2,62	2,44	13,0	15,0	-5,6	-3,6	23,5	13,8
	minimum . .	2,00	2,05	1,84	1,84	-0,6	-1,7	-9,4	-8,9		
Décembre 1904	moyenne . .	3,21	3,35	2,14	2,10	4,4	0,6	-8,3	-7,8		
	maximum . .	8,91	7,98	3,21	2,85	14,4	11,7	-4,4	-2,8	23,5	13,8
	minimum . .	1,55	1,25	0,98	1,00	-9,4	-10,6	-13,9	-12,8		
Janvier 1905	moyenne . .	2,87	2,81	1,53	1,29	-1,7	-2,2	-11,7	-12,2		
	maximum . .	7,54	6,59	3,05	2,60	11,7	10,6	-5,6	-6,7	23,3	13,5
	minimum . .	1,07	0,97	0,63	0,61	-12,2	-12,8	-17,2	-16,7		
Février 1905	moyenne . .	2,70	2,66	1,48	1,23	-2,2	-2,8	-13,3	-13,3		
	maximum . .	5,85	5,17	2,54	2,21	6,11	5,0	-8,9	-8,3	23,9	13,4
	minimum . .	0,89	0,68	0,70	0,41	-13,3	-13,9	-17,8	-17,2		
Mars 1905	moyenne . .	5,13	5,13	2,30	2,03	8,9	7,2	-10,0	-10,0		
	maximum . .	10,94	9,30	3,76	3,51	20,0	20,0	-4,4	-4,4	23,7	13,7
	minimum . .	1,78	1,78	1,25	0,96	-1,7	-2,8	-15,6	-15,0		

Les observations résumées dans ce tableau correspondent à des déterminations faites toutes les heures; la température indiquée pour l'air sec est celle qu'il a au sommet de la chambre de réfrigération; la température d'admission aux compresseurs lui est un peu supérieure, l'air se réchauffant légèrement en route par son passage dans les conduites. On peut remarquer, dans ce tableau, la diminution graduelle de la teneur en humidité jusqu'en février.

Les résultats de la production pendant les différents mois de novembre à mars sont données par le tableau suivant :

TABLEAU IV. — Marche comparée, de novembre 1904 à mars 1905, des deux hauts fourneaux fonctionnant avec le vent desséché ou non.

		MOYENNE JOURNALIÈRE		COMPRESSEURS TOURS par minute	TEMPÉRATURE du vent degrés C.
		Production de fonte tonnes	Consommation de coke en kilogr.		
Novembre 1904	Haut fourneau n° 1, air sec	454	823	96	457
	— n° 3, air atmosphérique	392	1 032	111	399
Décembre 1904	Haut fourneau n° 1, air sec	462	826	96	469
	— n° 3 { 1-22 dec., air atm. 23-31 dec., 1/3 air sec	406 468	1 046 969	111	418
Janvier 1905	Haut fourneau n° 1 { 1-10 janv., air sec 11-31 janv., air atm.	434 420	944 10 600	96 111	465 410
	Haut fourneau n° 3 { 1-10 janv., air atm. 11-31 janv., air sec	416 438	10 650 820	111 96	380 428
Février 1905	Haut fourneau n° 1, air atmosphérique	430	1 018	111	427
	— n° 3, air sec	418	822	96	418
Mars 1905	Haut fourneau n° 1, air atmosphérique	447	1 030	111	454
	— n° 3, air sec	411	832	96	418

Ce tableau demande quelques explications :

La conduite d'amenée de l'air froid aux soufflantes desservait quatre de ces machines, et comme trois seulement d'entre elles fonctionnaient pour le haut fourneau n° 1, on décida, dans le courant de décembre, d'alimenter la quatrième machine à l'air sec, et de la faire souffler avec deux autres marchant à l'air ordinaire, pour fournir le vent au fourneau n° 3.

L'application de l'air sec au fourneau n° 3, en décembre, a donné immédiatement des résultats meilleurs que ceux observés en août sur le fourneau n° 1; dès le début de cette application, la vitesse de marche et les charges purent être augmentées. La fonte produite resta de bonne qualité, meilleure plutôt, un peu plus riche en silicium et plus pauvre en soufre.

Le 10 janvier, les deux fourneaux furent intervertis, le n° 3 mar-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 11, p. 473.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 6, p. 92.

chant à l'air sec, le n° 1 avec l'air atmosphérique et tous deux fournissant de même de la fonte basique pour four à sole. Dans le tableau IV, on n'a pas donné les résultats du 11 au 14 janvier, période pendant laquelle s'est fait le réglage des charges. Il en est de même pour le tableau suivant montrant ce que sont ces charges une fois réglées.

Composition des charges en janvier 1905 :

		CHARGES D'UN LIT DE FUSION en kilogr.	
		coke	minerai
Haut fourneau n° 1	1-10 janvier, air sec.	4 620	10 872
	13-31 janvier, air atmosphérique	4 620	9 450
Haut fourneau n° 3	1-10 janvier, air atmosphérique	4 620	9 450
	13-31 janvier, air sec	4 620	10 690

Le mélange des charges du fourneau n° 3 donnait un rendement en fer supérieur de 1 % à celui que donnaient les charges du fourneau n° 1.

Le but qu'on s'est proposé, en intervertissant les deux fourneaux, a été de déterminer quelle pouvait être l'économie due à la dessiccation, sur un autre fourneau, à une époque de l'année correspondant, dans la région de Pittsburgh, à la teneur minimum de l'atmosphère en vapeur d'eau. Les circonstances ont d'ailleurs favorisé M. Gayley, car l'hiver dernier y a été exceptionnellement froid et très peu humide.

M. Gayley fait remarquer à nouveau que l'humidité, quoique minimum, varie beaucoup plus à cette époque qu'en été, et dit qu'« une amélioration est réalisée en conservant à l'humidité de l'air plus d'uniformité », semblant à nouveau attribuer les bons résultats obtenus à l'uniformité de la quantité de vapeur d'eau plus qu'à sa suppression qui, en fait, n'est jamais que partielle.

Il en conclut que, contrairement à ce qui a été avancé par certains métallurgistes, il n'y a pas lieu d'interrompre la dessiccation pendant l'hiver. Le mois de février, qui correspond au minimum d'humidité, met très nettement ce fait en évidence.

Pendant le mois de février, comme on disposait pour le fourneau n° 1 d'une plus grande quantité d'air non desséché, par suite de sa plus basse température, les opérations furent conduites au n° 3 de façon à faire porter l'économie sur le coke, sans chercher à augmenter simultanément la production; on voit que le résultat a été des plus satisfaisants à ce point de vue; néanmoins, la production du haut fourneau n° 3 est moindre que celle du n° 1; elle n'eût pas été moindre, paraît-il, s'il ne s'était pas produit des explosions au creuset et des arrêts à la machine aux laitiers pour le haut fourneau soufflé au vent sec.

Le fonctionnement de mars fut troublé également par les inondations de l'Allegheny, dont les eaux envahirent la fonderie et pro-

duisirent un bouchage pendant plusieurs jours, ce qui entraîna la consommation de quantités supplémentaires de combustible aux deux fourneaux. A la remise en marche, le fourneau n° 3, fonctionnant à l'air sec, se remit en train plus rapidement que l'autre, en un jour au lieu de trois; le n° 3 resta bouché pendant un jour de plus que le n° 1, ce qui explique sa production un peu moins forte.

M. Gayley termine sa communication en faisant remarquer que les hauts fourneaux en expérience pourraient, à proprement parler, être considérés comme des fourneaux d'un type ancien; ils se sont bouchés plusieurs fois, ce qui, invariablement, a produit des détériorations. Le coke employé vient de la région de Connellsville; il est de qualité inférieure; les hauts fourneaux fabriquent de la fonte basique et ils ont toujours fonctionné dans les meilleures conditions possibles.

Conclusions. — La critique des premiers essais rappelés par M. Gayley a généralement conduit les métallurgistes européens à cette conclusion que l'amélioration constatée par lui eût été obtenue bien plus économiquement en élevant la température du vent d'environ 200 degrés⁽¹⁾, et que, en Europe, où cette température est déjà de 700 à 800 degrés et même plus, limite qu'il semble difficile de dépasser, la dessiccation de l'air conduirait à une économie, si tant est qu'il y en ait une, qui serait insignifiante, eu égard aux frais considérables nécessités par l'établissement d'une usine frigorifique. Il semble que cette deuxième conclusion soit un peu prématurée, car il conviendrait tout d'abord de s'assurer que la dissociation joue ou non le rôle principal, avant de se prononcer. Si la dissociation joue un rôle, la suppression de la vapeur d'eau doit sûrement conduire à une économie. On a fait valoir aussi qu'en Europe, il existe des hauts fourneaux dont le rendement approche de très près celui du haut fourneau Isabella, et l'atteindrait très vraisemblablement, sans avoir recours à la dessiccation, s'ils passaient des minerais aussi riches que ceux du Lac Supérieur.

Toutes ces observations n'expliquent cependant pas comment la suppression de la vapeur d'eau amène une grande économie, et la question reste en suspens. Elle exige malheureusement, pour être résolue, des recherches directes, qui semblent très difficiles et qui, jusqu'ici, n'ont guère tenté les chimistes et métallurgistes.

La raison en est simple : l'intérêt est si aléatoire, les bonnes chances sont si faibles et les dépenses à faire sont si considérables, qu'il convient d'agir avec grande prudence. Les Ingénieurs européens n'ont pas, malheureusement, cette liberté d'allure qu'a donnée à M. Gayley, la générosité d'un milliardaire américain comme M. Carnegie.

Le seul fait certain est celui qui a été mis en évidence par M. Le Chatelier; on peut, de même, dire *a priori* que les premières affirmations de M. Gayley, en ce qui concerne les bons effets que donnerait l'application de la dessiccation au vent des convertisseurs et aux autres appareils métallurgiques à vent, sont sans valeur, étant donné que les conditions de fonctionnement de ces appareils sont tout à fait différentes de celles du haut fourneau.

E. LEMAIRE,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

ÉLECTRICITÉ

LES DYNAMOS ACYCLIQUES

Les dynamos à courant continu sans collecteur, improprement désignées sous le nom de dynamos « unipolaires » ou « homopolaires »,

M. Noeggerath, qui a repris récemment la question, a exécuté une machine de 300 kilowatts à 500 volts destinée à l'accouplement direct avec une turbine verticale; il a fait ressortir⁽²⁾ diverses particularités intéressantes du fonctionnement de ces dynamos, auxquelles il propose d'appliquer la dénomination de machines « acycliques ». Nous reproduisons, ci-après, les principaux éléments de son étude.

Les dynamos acycliques peuvent, d'après la forme de leur induit, se

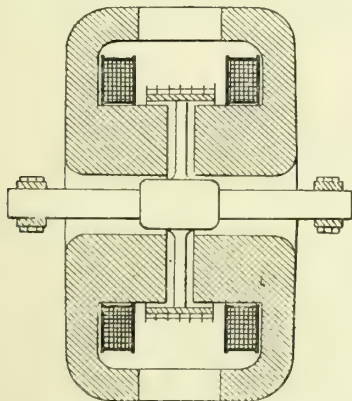


FIG. 1. — Dynamo radiale à simple disque.

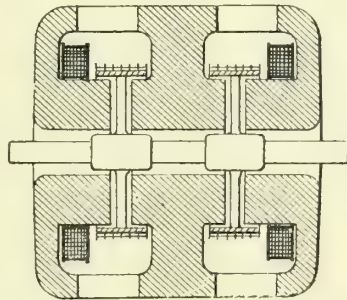


FIG. 2. — Dynamo radiale à double disque.

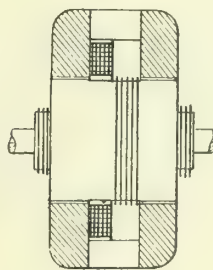


FIG. 3. — Dynamo axiale à cylindre simple.

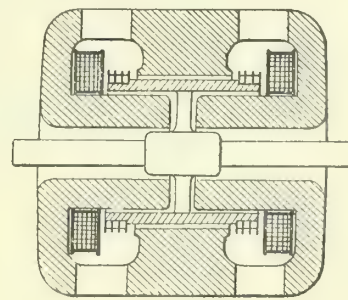


FIG. 4. — Dynamo axiale à double cylindre creux.

ne se sont pas répandues, et n'ont guère été exécutées que pour de basses tensions. Ces machines sont éminemment appropriées aux grandes vitesses de rotation, et le développement des turbines à vapeur appelait tout naturellement l'attention sur leur application éventuelle.

diviser en deux classes distinctes : les machines *radiales*, soit à simple disque (fig. 1) soit à double disque (fig. 2), et les machines *axiales*, soit

(1) C'est aussi l'opinion de M. H. B. Weaver. (*Iron Age*, du 16 février 1905.)

(2) Conférence à l'American Institute of Electrical Engineers, 27 janvier 1905.

à simple cylindre (fig. 3) soit à double cylindre (fig. 4), les cylindres pouvant être pleins ou creux (fig. 5). Des combinaisons de ces divers types sont également possibles.

La machine de M. Noeggerath est du type axial; son induit (fig. 5) est formé d'un cylindre massif en acier coulé, portant à sa surface un petit nombre de conducteurs rectilignes, connectés à leurs deux extrémités à des séries de bagues collectrices. L'inducteur est formé d'une carcasse en acier coulé dont les trois projections polaires enveloppent le fer induit sur toute sa surface. Les bobines inductrices BB' (fig. 5) sont concentriques à l'arbre.

Deux séries de balais réunissent en série les conducteurs de l'induit, par l'intermédiaire de conducteurs fixes extérieurs, traversant des ouvertures du bâti, qui donnent accès aux balais et aux enroulements inducteurs.

Les lignes ponctuées des figures 5 et 6 montrent la direction du flux primaire.

Pendant la rotation de l'induit dans ce champ uniforme, les conducteurs *c* de l'induit (fig. 6) sont le siège d'une force électromotrice

$$E = \frac{\Phi N n 10^{-8}}{60}$$

Φ étant le flux total;

N la vitesse en tours par minute;

n le nombre de conducteurs réunis en série.

La figure 7 représente, sous sa forme la plus simple, le circuit électrique d'une machine de ce type; C est un conducteur de l'induit,

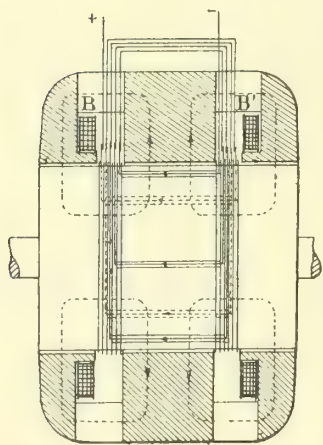


FIG. 5.

Dynamo axiale à cylindre plein.

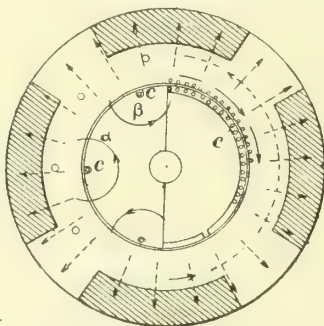


FIG. 6. — Direction des flux.

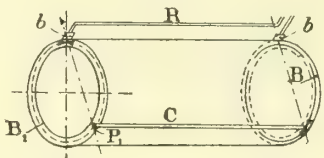


FIG. 7. — Schéma de l'enroulement d'une dynamo acyclique.

BB₁ sont les bagues collectrices; *bb*, les balais; R un conducteur fixe. Les courants qui traversent ce système donnent lieu à un flux secondaire qui réagit sur le flux primaire, et les courants dans les bagues collectrices sont les plus importants à ce point de vue. Les courants allant de P₁ à B₁ traversent les deux moitiés de bague, avec des intensités inversement proportionnelles aux résistances ohmiques de ces deux sections. Ces courants donnent naissance à des flux dans le circuit magnétique où les conducteurs sont noyés. Pendant la rotation de l'induit, le déplacement du point P₁ provoque une variation de la force magnétomotrice, en grandeur et en direction, d'où pertes par hystérésis et courants de Foucault dans le fer. Il en résulte également une réduction du flux primaire, car, en raison de la saturation, l'accroissement du flux est moindre que sa diminution.

Plusieurs méthodes se présentent pour obvier à cette réaction. La première consiste à placer des balais sur toute la circonférence de la bague. Cette méthode est impraticable pour les tensions ordinaires, en raison du grand nombre de bagues; le réglage et la surveillance d'un tel nombre de balais serait impossible, et la perte par frottement limite d'autre part le nombre de contacts.

La figure 8 montre schématiquement une méthode qui donne des résultats satisfaisants. B₁ B₂ ... représentent les bagues collectrices, *b*₁ *b*₂ ... les balais, P₁ P₂ ... les points de connexion entre les conduc-

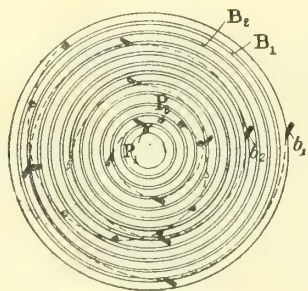


FIG. 8. — Compensation des réactions des bagues.

teurs et les bagues, le tout pour une extrémité de l'induit. Les points de connexion forment (dans la représentation schématique) une spirale d'une seule spire complète, et les points de contact des balais forment un ou plusieurs tours d'une spirale inverse de la précédente. Dans ces conditions, la force magnétomotrice est nulle pour chaque section de l'ensemble des bagues, et pour toutes les positions de l'induit.

En se reportant à la figure 6, on voit que les conducteurs *c* de l'induit donnent lieu à des flux qui augmentent le flux primaire en α et le diminuent en β . En raison de la saturation, la réduction est plus forte que l'augmentation, ce qui influe sur la régulation de la machine. Le rapprochement des conducteurs a pour effet de neutraliser ces flux, et la meilleure construction consiste à employer des conducteurs plats très voisins l'un de l'autre. La résultante est alors normale au flux primaire, comme on le voit à droite de la figure.

Deux cas sont à considérer :

1^o Le milieu compris entre l'induit et les conducteurs fixes est d'une faible perméabilité, comme l'air, les conducteurs étant alors respectivement montés, comme on le voit en A sur la figure 9, sur la surface de l'inducteur et sur celle de l'induit. Dans ce cas, la reluctance dans le sens de la réaction d'induit est si grande, que la grandeur et la direction du flux résultant ne diffèrent pas sensiblement de celles du primaire;

2^o Le milieu entre les parties fixes et tournantes de l'enroulement comprend du fer, comme on le voit en B ou en C sur la figure 9. Dans ce cas, et en raison de la saturation, le flux résultant sera notablement plus faible que la racine carrée de la somme des carrés des deux flux.

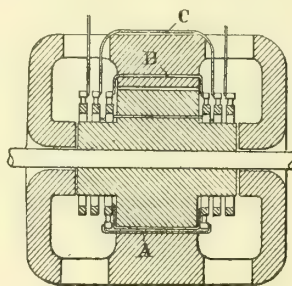


FIG. 9. — Montage des conducteurs fixes.

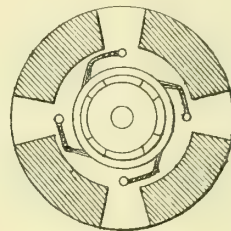


FIG. 10. — Compoundage d'une dynamo acyclique.

L'influence de la réaction d'induit peut néanmoins être peu importante, et les ampère-tours à ajouter pour la compenser ne correspondent qu'à la partie du circuit affectée par la magnétisation secondaire. Les flux locaux produits par la partie fixe du circuit sont d'autre part plus faibles en C qu'en B, en raison de la reluctance plus grande; cette considération a, comme nous le verrons plus loin, une certaine importance.

Les points suivants sont à prendre en considération dans l'enroulement de l'induit :

- Neutralisation des réactions des bagues;
- Effet magnétisant des connexions terminales;
- Tension minimum entre bagues;
- Groupe ment des balais en vue de leur accessibilité;
- Égale résistance des divers circuits;
- Tension minimum entre les conducteurs adjacents.

Les machines acycliques peuvent être compoundées, soit par l'addition d'un enroulement série, soit en réservant une certaine distance

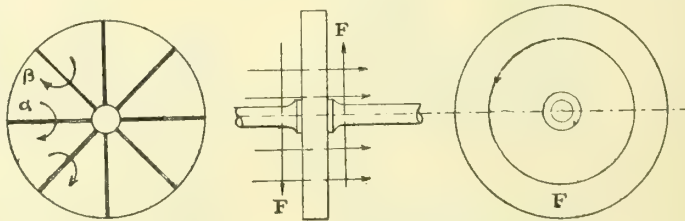


FIG. 11 à 13. — Réactions dans les dynamos radiales.

angulaire entre les contacts et les conducteurs fixes (fig. 10) ou encore entre les points de connexion et les conducteurs de l'induit. Dans le cas de la figure 10, par exemple, on voit facilement que les courants qui traversent les connexions entre les balais et les conducteurs fixes agissent de la même façon que l'enroulement inducteur, soit dans le même sens, soit dans le sens inverse. Le compoundage ainsi obtenu peut être ajusté en déplaçant les balais. On peut construire d'après le même principe des machines en série sans enroulement inducteur, machines dont les divers éléments (force électromotrice, vitesse, couple,

sens de rotation, etc.), peuvent être variés par simple déplacement des balais.

Ce qui vient d'être dit pour les machines axiales s'applique de la même façon aux machines radiales. Les champs créés par les conducteurs induits (fig. 14) réagissent sur le champ inducteur; en plaçant les conducteurs induits très près l'un de l'autre, on peut, comme précédemment, faire que les composantes α et β s'annulent; il subsiste alors un champ circulaire F_2 (fig. 13), normal au champ inducteur,

Le rendement d'une génératrice acyclique à grande vitesse est à peu près le même que celui de la dynamo à collecteur correspondante; mais la répartition des pertes est très différente.

En laissant de côté les frottements de paliers et la ventilation, qui peuvent être à peu près les mêmes dans les deux types, la perte dans le cuivre inducteur est plus faible dans les machines acycliques. Ceci résulte de ce que l'entrefer n'est déterminé que par des considérations mécaniques: il est indépendant de la réaction d'induit. La perte dans le cuivre induit est presque négligeable, le nombre de tours étant faible (une machine de 300 kilowatts, dont il est question plus loin, n'avait que douze conducteurs en série sur l'induit).

Si l'induction était rigoureusement uniforme, la perte hystérique serait nulle. Il en serait de même pour la perte par courants de Foucault, la force électromotrice étant nulle pour tout circuit fermé à l'intérieur de l'induit (sur la figure 14, les flèches indiquent la direction des forces électromotrices).

Cette condition n'est pas rigoureusement réalisée: les ouvertures dans le fer inducteur créent une petite dissymétrie; la distribution du champ de l'induit n'est pas absolument uniforme, et les conducteurs fixes créent de même des flux locaux. Toutefois, les différences étant faibles, la perte dans le noyau reste de peu d'importance.

La perte principale est celle au contact des balais. M. Noeggerath l'a étudiée spécialement. Les trois facteurs qui influent sur cette perte sont la vitesse, la densité de courant et la pression des balais. L'augmentation de la vitesse donne lieu à un accroissement lent, mais continu, de la chute de tension aux balais. La perte par frottement des balais reste pratiquement constante, avec une tendance à diminuer légèrement. A partir d'une certaine vitesse, les pertes totales restent donc pratiquement constantes, comme le montre la figure 15.

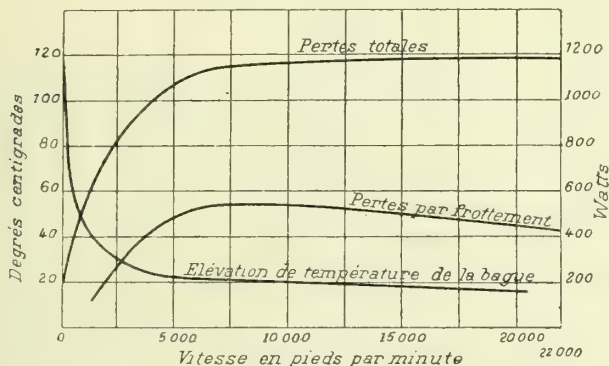


FIG. 15. — Diagramme des pertes en fonction de la vitesse.

Au repos, le système formé par un anneau métallique de prise de courant et un frotteur métallique, se comporte comme un conducteur simple, c'est-à-dire que la chute de tension est à peu près proportionnelle à l'intensité. Cette proportionnalité n'existe plus pendant la marche, les conditions se rapprochant alors de celles de l'arc, et la résistance apparente diminuant rapidement lorsque la densité de courant augmente, comme le montre la figure 16. L'analogie se poursuit jusque dans ce fait, qu'une tension dix à vingt fois supérieure à la tension normale est quelquefois nécessaire pour l'amorçage.

La chute de tension ne diminue pas notablement avec la pression au contact; mais la tendance au crachement aux grandes vitesses nécessite néanmoins de fortes pressions aux balais.

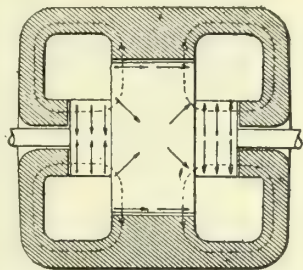


FIG. 14. — Direction des forces électromotrices dans le cas d'une induction uniforme.

Dans une machine de 300 kilowatts à 500 volts construite par l'auteur, les pertes à pleine charge (non compris frottement de paliers et ventilation) représentaient 38 kilowatts. La courbe de rendement (fig. 17) est très aplatie, en raison de la faible perte dans le fer et par frottement de balais. La régulation varie de 6 à 12 %.

La figure 18, qui représente l'induit de cette machine, montre la grande longueur occupée par les bagues. Le noyau est formé d'un bloc d'acier coulé, lisse, sur lequel les conducteurs, formés de bandes ayant même courbure que le noyau, sont retenus par un fretage. Le couple est transmis par des ergots.

L'inducteur est formé également d'une carcasse en acier coulé, dans

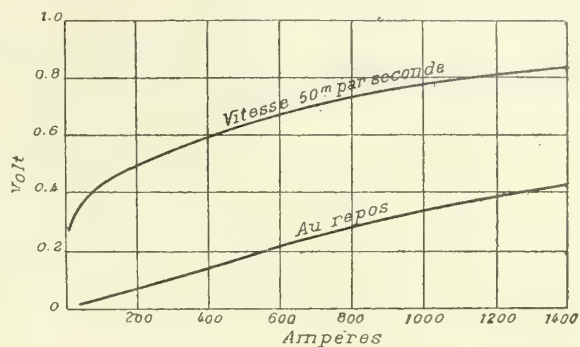


FIG. 16. — Diagramme des chutes de tension en fonction de l'intensité.

laquelle sont pratiquées huit ouvertures qui donnent accès aux balais. Le nombre total de contacts est de 24, c'est-à-dire inférieur à ce qu'il serait dans une dynamo à collecteur. La présence d'un certain nombre de points fixes en série permet d'ailleurs de recueillir plusieurs tensions sur la même machine, ce qui peut être précieux pour les distributions à trois et cinq fils.

Comparée à la machine à collecteur, la dynamo acyclique est essen-

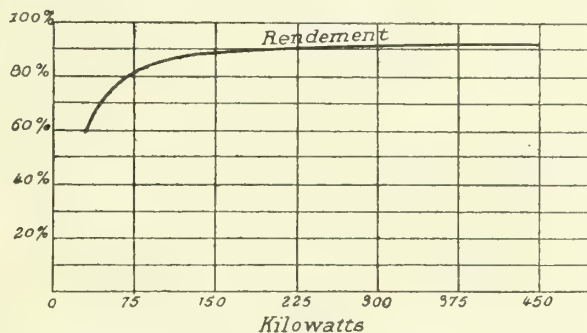


FIG. 17. — Diagramme des rendements en fonction des puissances.

tiellement une machine à grande vitesse, dont l'emploi paraît limité jusqu'ici aux grandes turbo-génératrices et aux moteurs rapides tels que ceux nécessaires à la commande des pompes, des ventilateurs et des convertisseurs.

Les poids totaux des deux types de machines sont à peu près égaux,

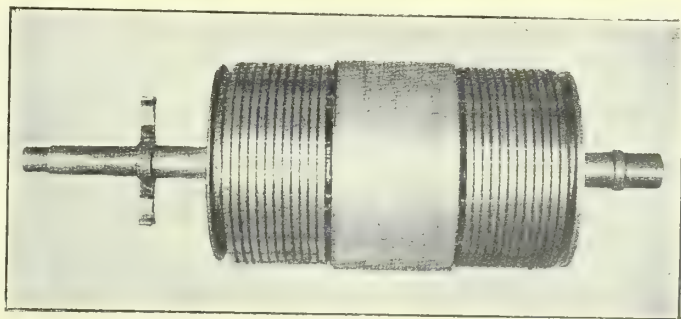


FIG. 18. — Induit d'une machine de 300 kilowatts.

mais la dynamo acyclique a un poids de cuivre beaucoup plus faible et ne comporte pas de partie feuilletée, autrement dit nécessite moins de main-d'œuvre. Enfin, les difficultés inhérentes à la commutation s'y trouvent totalement éliminées.

F. D.

VARIÉTÉS

Indicateur automatique de la hauteur de la charge dans les hauts fourneaux.

Jusqu'à présent, on n'est guère arrivé à se rendre compte de la position du niveau de la charge dans un haut fourneau que par l'observation des températures au gueulard. Ce moyen de contrôle est peu exact : les indications qu'il donne demandent à être interprétées par des ouvriers très exercés ; de plus les pyromètres, employés pour mesurer la température, sont des instruments d'un maniement assez délicat.

L'appareil très robuste et très simple imaginé par M. J. E. Johnson⁽¹⁾ sert à mesurer, au contraire, directement et très facilement la hauteur des matières dans le haut fourneau.

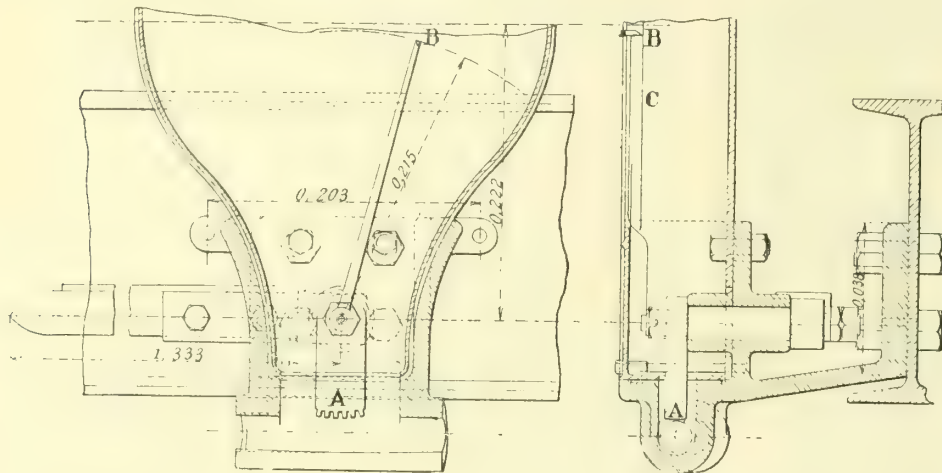


Fig. 1 et 2. — Vues longitudinale et transversale de l'appareil enregistreur.

Cet appareil est un indicateur dont les trois parties principales sont :

- 1° Une tige de fer suspendue à une chaîne qui descend dans l'intérieur du fourneau jusqu'au contact de la charge ;
- 2° Un mécanisme simple, servant à soulever cette tige au moment où l'on va procéder au chargement ;
- 3° L'appareil enregistreur.

Le fourneau sur lequel a été monté l'appareil est un haut fourneau moderne, à gueulard fermé par une cloche, dont l'ouverture et la fermeture, au moment du chargement, sont obtenues au moyen d'eau sous pression. Cette eau est fournie par un réservoir situé à 18 mètres de hauteur et alimente un cylindre hydraulique qui est logé dans un puits, à l'abri des gelées. C'est pour cette raison qu'on a utilisé aussi l'eau sous pression pour soulever la tige. La chaîne de la tige de fer indicatrice passe par une ouverture de la cloche de fermeture, puis sur deux poulies de guidage, pour s'enrouler finalement sur un tambour plat, calé sur un arbre. Les mouvements de cette tige, se transmettent donc à cet arbre, qui porte, d'autre part, un pignon en prise avec une crémaillère et qui se termine dans l'intérieur de l'appareil enregistreur.

La crémaillère, en prise avec le pignon, est solidaire de la tige d'un piston hydraulique, mobile dans un cylindre ouvert par le bas, mais dont le compartiment supérieur fermé est mis en communication avec l'eau sous pression chaque fois qu'on ouvre la cloche. Cette eau est amenée par un tube étroit de façon à éviter les mouvements trop rapides du piston.

L'introduction d'eau dans ce cylindre fait descendre ce dernier et tourner l'arbre dans un sens tel que la chaîne soulève la tige indicatrice. Lorsqu'au contraire, on referme la cloche, le cylindre est mis en relation avec l'échappement et la tige redescend au contact de la matière chargée. Un contrepoids fixé sur la crémaillère, équilibre en partie le poids de cette tige, sert à maintenir constante la direction des efforts sur les dents de la crémaillère et à permettre de ne pas s'occuper de l'usure de celles-ci.

La cloche étant fermée, les positions de l'arbre dépendent donc, à chaque instant, de celles de la tige et par conséquent du niveau de la matière dans le fourneau ; il suffira donc d'enregistrer ces diverses positions, pour avoir un graphique continu donnant ces niveaux pendant toute la durée du fonctionnement du fourneau. Pendant les périodes d'ouverture de la cloche, cette tige est soulevée et hors d'atteinte des matières chargées.

L'appareil enregistreur (fig. 1 et 2) est également très simple. Il se

compose d'une boîte en fonte, dans laquelle aboutit l'extrémité amincie A, de l'arbre actionné par la chaîne, et qui contient un mouvement d'horlogerie, faisant faire un tour par vingt-quatre heures, à une feuille de papier divisée C, devant laquelle se meut une aiguille B.

Cette dernière est solidaire d'un petit secteur denté, en prise avec une vis sans fin, calée sur l'arbre A, et d'une deuxième aiguille très longue et mobile devant un cadran divisé qui rend visible, sans examen du diagramme, la hauteur de la charge dans le fourneau. Les ouvriers ont toutefois préféré remplacer cette dernière aiguille par un petit sac chargé d'un objet pesant et accroché à la chaîne, dont la position très apparente indique également cette hauteur ; il se place tout contre la poulie inférieure, lorsque le niveau dans le fourneau arrive à sa limite inférieure admissible.

La figure 3 donne un des diagrammes relevés avec cet appareil. Le cercle extérieur correspond à un niveau des matières, descendu

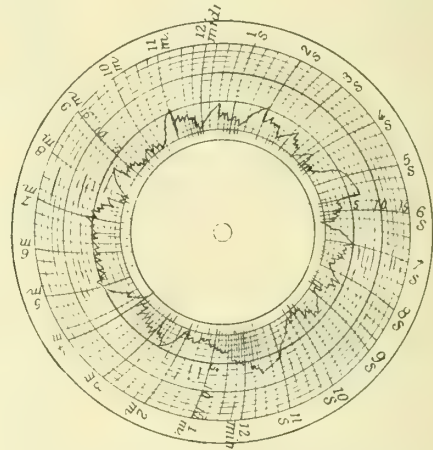


Fig. 3. — Diagramme tracé par l'indicateur de niveau.

à 15 pieds au-dessous du gueulard, le cercle intérieur au niveau du gueulard lui-même. Les quatre grandes dentures principales correspondent aux périodes qui suivent les coulées, et après lesquelles l'affaissement des matières est toujours plus rapide, tandis que les petites dentures d'inclinaison générale opposée à celle des précédentes, sont dues aux opérations successives du chargement. Les petits arcs de cercle prolongeant les sommets de ces dernières, sont tracés lorsque la tige se soulève au moment de l'ouverture de la cloche. Une simple ouverture de la cloche, sans addition de matière, se traduirait donc par un de ces arcs de cercle, faisant saillie sur une courbe continue et ne présentant pas de dent.

Moteur rotatif à pistons, système Eugène Koch.

Le moteur rotatif à pistons, système Koch, représenté schématiquement par la figure ci-contre, utilise les efforts de quatre pistons opposés deux à deux, qui agissent sur les contours d'une came J, à trois bossages symétriques. Cette disposition supprime les points morts. L'ensemble des quatre cylindres F, avec leurs organes de distribution et le bâti cylindrique H qui solidarise le tout, constitue un volant sur lequel on peut monter une courroie de transmission.

Le principe de ce moteur s'applique, soit à la propulsion par la vapeur, soit à la propulsion par le gaz, l'essence de pétrole, l'alcool, etc. Dans chaque cas, les crosses des pistons sont reliées deux à deux par des tirants jumelés, avec interposition de ressorts à boudin R qui compensent l'usure des pièces et maintiennent les galets N au contact de la came.

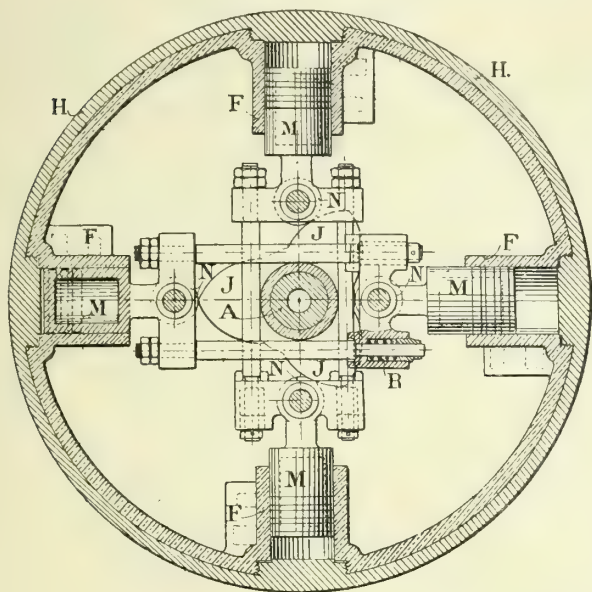
Dans les moteurs à vapeur, l'arrivée et la sortie de la vapeur se font par l'arbre creux A ; des conduits annulaires ménagés dans les paliers et se prolongeant par les parties creuses du bâti l'amènent aux tiroirs cylindriques dont les boîtes sont fondues avec les cylindres. Une came à trois bossages semblable à la came principale J agit sur tous les tiroirs à la fois et produit les différentes phases de la distribution. Mais cette came n'est pas invariablement calée sur l'arbre, et un levier se déplaçant le long d'un secteur à crans, permet de modifier sa position d'un angle quelconque par rapport à la came J, de façon à modifier la détente et à produire le changement du sens de marche. Les tiroirs sont, comme les pistons principaux, munis de galets qui roulent sur la came.

Le moteur peut être combiné avec double ou triple expansion, soit par l'utilisation d'une partie des quatre cylindres comme cylindres de détente, soit en doublant cette première série par une seconde série de cylindres de détente disposée sur le même arbre, dans un plan parallèle.

⁽¹⁾ D'après le *Be Monthly Bulletin of the American Institute of Mining Engineers*, 23 mai 1907.

Dans le cas d'un moteur à explosions, les mêmes dispositifs de cylindres peuvent être employés, avec quatre ou huit cylindres (par exemple, avec huit cylindres disposés à 45 degrés les uns des autres dans deux plans parallèles, pour obtenir un couple moteur plus uniforme). Les cylindres sont munis d'ailettes formant radiateurs, ou d'une circulation d'eau.

M. Koch a étudié, pour ce type de moteur, une combinaison dans



Coupe schématique du moteur rotatif.

laquelle chaque cylindre renferme deux pistons, l'un annulaire, l'autre plein, et dont la tige coulisse à frottement doux dans le piston annulaire. La liaison de ces pistons deux à deux (un piston plein solidarisé avec le piston annulaire diamétralement opposé) permet, grâce à des combinaisons de mouvements et des distributeurs à clapets, dans le détail desquels nous ne pouvons entrer, de régulariser très sensiblement le couple moteur, de supprimer tout point mort et de faire varier progressivement la vitesse, tout en conservant au mécanisme un faible volume et en produisant le mouvement de tous les organes dans un véritable carter à bain d'huile, hermétiquement clos.

Déblaiement à l'aile de transporteurs aériens mobiles.

La nouvelle usine que la Compagnie Edison fait construire à New-York, près de l'East River, occupera une surface de 60×106 mètres.

Pour établir les fondations de cette usine on doit déblayer le sol sur une profondeur de 7^m 60. Les matériaux à extraire comprennent 38 000 mètres cubes de terre et 14 000 mètres cubes de roc.

Pour exécuter ces déblais on se sert de deux transporteurs dont

Pont en béton armé, à Surfleet (Angleterre).

Les figures 1 et 2, empruntées au *Beton und Eisen*, de juin, montrent la disposition des fers dans un pont-route en béton armé construit à Surfleet (Angleterre). La travée représentée offre un biais très accentué, de sorte que les divisions du tablier sont irrégulières.

Les poutres de rives, qui ont 18^m 20 de portée, reposent sur des

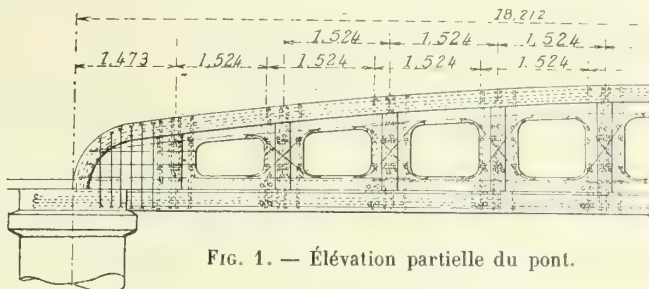


FIG. 1. — Élévation partielle du pont.

piles cylindriques, également en béton armé, et sont constituées par des monolithes à semelle inférieure horizontale et à membrure supérieure cintrée (fig. 1). Les montants verticaux sont renforcés (fig. 2) et les panneaux évidés suivant un carré à angles arrondis, de sorte qu'il n'existe pas de diagonales. C'est le principe que M. Vierendeel a appliqué, comme l'on sait, aux poutres en fer ⁽¹⁾.

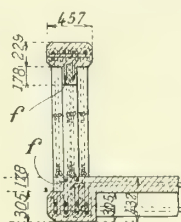


FIG. 2.

Coupe transversale
d'une poutre
du hourdis du tablier.

L'ossature est constituée par des fers ronds, de 45 millimètres, répartis au nombre de huit dans chaque membrure, et par des étriers en tôle de 3 millimètres, qui les entourent et qui sont noyés dans le béton. D'autres fers ronds *f*, de 20 millimètres, traversent les montants en diagonale, et passent successivement d'un panneau à l'autre, de la membrure supérieure à la membrure inférieure, de façon à suppléer à l'absence de treillis.

du hourdis du tablier. Le hourdis du pont-tablier a 12 centimètres d'épaisseur, et les nervures, qui forment poutrelles, ont 25 centimètres de hauteur totale; elles sont également construites suivant le type Hennebique.

Le poids total du pont est de 90 tonnes, dont 15 tonnes pour les fers. Les essais de charge, opérés avec trois camions de 30 tonnes chacun, ont accusé des flèches de 5 millimètres au plus, qui n'ont pas laissé de trace permanente sensible.

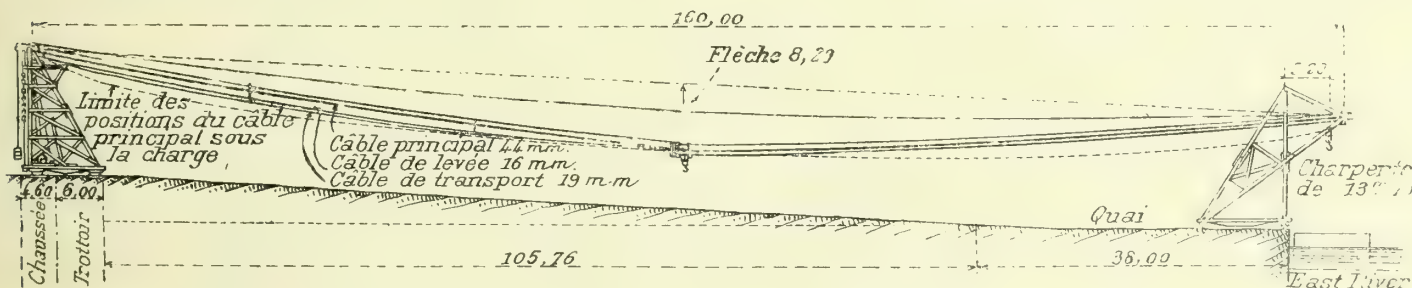


Schéma de l'installation des transporteurs aériens mobiles.

les câbles, parallèles au grand axe du rectangle à déblayer, sont portés par des charpentes qui peuvent se déplacer parallèlement à l'autre axe et à l'East River.

L'un de ces transporteurs est représenté sur la figure ci-dessus empruntée à l'*Engineering Record*, du 18 mars.

La charpente, située près de l'East River, comprend une partie en porte à faux surplombant le fleuve et à laquelle sont attachés les câbles. De cette façon le transporteur peut déverser son contenu directement dans les chalands qui emportent les déblais à la décharge.

Le maximum de déblais enlevés dans une journée a été de 1 000 mètres cubes environ pour l'ensemble des deux transporteurs. Ils peuvent cependant transporter beaucoup plus. La capacité des bennes est de $4^m 50 \times 2^m 13 \times 0^m 60$.

Les transporteurs doivent aussi servir au transport du béton aux différents points des fondations qui en comportent 15 000 mètres cubes environ.

La manœuvre de chacun d'eux nécessite deux hommes.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 7, p. 408.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Société des Ingénieurs civils.

Séance du 7 juillet 1905.

Présidence de M. L. COISEAU, Président.

I. — M. H. CHEVALIER présente une communication sur *Quelques nouveaux types de matériel de chemins de fer: Voitures de 2^e classe à bogies et voitures de 2^e classe à fourgon, de l'Ouest. — Transformation des anciennes voitures par allongement et par jumelage. — Voiture de l'Assistance publique pour le transport des enfants.*

La *voiture de 2^e classe à bogies* est une voiture à couloir avec soufflets d'intercommunication à neuf compartiments et un cabinet de toilette; le chauffage se fait par thermo-siphon; l'éclairage est à l'huile.

La *voiture de 2^e classe à fourgon*, destinée au service de banlieue, comporte trente-cinq places assises seulement; sa disposition permet de transporter quatre-vingt-sept personnes en tout. Le compartiment des bagages avait été aménagé pour recevoir les voyageurs les jours d'affluence, ce qui portait le nombre total des places à cent trente, mais un arrêté tout récent du Ministère a interdit l'accès des fourgons aux voyageurs. La disposition générale intérieure rappelle les voitures à couloir central de la ligne de Versailles.

La *nouvelle voiture de la Compagnie de l'Est*, exposée à Liège, est une voiture à six compartiments et à intercommunication; deux compartiments sont des premières classes modernisées et les quatre autres sont à couchettes supérieures; les deux premiers pouvant être également aménagés en compartiments à couchettes.

La *transformation d'anciennes voitures* a été appliquée sur les réseaux de l'Est, de l'Ouest et de l'Orléans, soit par allongement, en ajoutant des compartiments à la caisse, soit par jumelage, en réunissant deux caisses sur un même châssis.

La *voiture de l'Assistance publique*, pour le transport des enfants de Paris à Hendaye, est divisée dans sa longueur en trois parties. A une extrémité, la cuisine et le compartiment d'administration; à l'autre, le compartiment des infirmières et le cabinet de toilette W.-C.; entre les deux, quatorze sections de quatre places avec couloir central pour les enfants.

Chaque section comporte quatre places assises et une couchette placée à 1^m 30 au-dessus du plancher; on peut donc transformer les quatre places de jour assises en trois places de nuit. Les coussins et dossiers sont amovibles et construits pour permettre la désinfection. L'éclairage est fourni par neuf lampes à pétrole.

II. — M. ERNEST PONTZEN fait ensuite une communication sur le VII^e Congrès international des Chemins de fer, tenu à Washington en mai 1905.

Les questions soumises aux délibérations et à l'étude du Congrès étaient réparties entre cinq sections: Voies et travaux, traction et matériel, exploitation, questions d'ordre général, chemins de fer économiques.

M. Pontzen donne un extrait du discours d'ouverture de M. Fish, qui montre que les 330 414 kilom., constituant en 1903 le réseau des chemins de fer américains, ont en moyenne coûté 196 313 francs par kilomètre, tandis que, par exemple, les chemins de fer de la Grande-Bretagne coûtent en moyenne 862 086 francs par kilomètre.

Ce discours montre aussi l'importance croissante des transports effectués par voie ferrée sur ceux qui restent fidèles aux voies d'eau. Malgré l'augmentation du trafic total, qui en 1903 est près de treize fois plus grand qu'en 1860, le total du trafic resté aux canaux n'est plus en 1903 qu'environ trois quarts de celui de 1860.

En 1878, les chemins de fer présentaient en Amérique une longueur de 131 746 kilom.; tandis qu'en 1903, donc un quart de siècle après, le réseau était de 330 414 kilom., ce qui représente une augmentation dans le rapport de 1 à 2 1/2.

Dans le courant de l'année 1903, les transports effectués par les chemins de fer des États-Unis ont été de 33 660 178 043 voyageurs à 1 kilom. et de 278 769 640 928 tonnes de marchandises à 1 kilomètre.

Quatorze années (1889 à 1903) avaient suffi pour majorer le trafic en marchandises dans le rapport de 1 à 2 1/2.

M. Pontzen passe ensuite aux travaux des sections en résumant les conclusions votées en assemblée plénière par le Congrès. Il signale en particulier les conclusions très favorables à l'emploi du béton armé dans les chemins de fer, pour les travaux les plus variés.

A. B.

Académie des Sciences.

Séance du 17 juillet 1905.

Astronomie. — I. — *Nouvelle méthode pour la détermination directe de la réfraction à toutes les hauteurs.* Note de M. LÉWY.

Les méthodes ordinaires pour la détermination de la réfraction, dont l'influence est si considérable dans toutes les mesures astronomiques, présentent de grandes difficultés. On est obligé d'accumuler des observations pendant des années et d'évaluer en même temps les effets multiples des éléments si nombreux qui interviennent dans les mesures exécutées à l'aide des instruments méridiens ou d'autres analogues.

En 1886, M. Léwy avait déjà indiqué deux méthodes qui échappaient en grande partie à ces inconvénients. Elles étaient basées sur la comparaison des distances stellaires à l'aide d'un compas spécial, dont l'ouverture reste constante, et qui est constitué par deux miroirs taillés dans un même bloc de verre de forme prismatique. A l'aide de cet appareil optique installé devant l'objectif d'un équatorial, on peut déterminer la distance entre deux étoiles, quelle que soit sa grandeur, avec beaucoup de précision. On en déduit la constante de la réfraction, dans certaines conditions.

M. Léwy développe aujourd'hui une nouvelle méthode qui n'a pas les imperfections pratiques des solutions théoriques rappelées ci-dessus: au moyen d'un seul prisme, elle permet de mesurer exactement les réfractions à toutes les distances zénithales, en tirant parti de ce fait que la distance apparente entre deux astres n'est pas diminuée par l'effet de la réfraction, si le cercle vertical de l'un des astres est perpendiculaire à l'arc de grand cercle qui les joint.

II. — *Appareil à éclipses artificielles de soleil.* Note de M. CH. ANDRÉ.

L'auteur décrit un dispositif qui, adapté sur une lunette avec laquelle on vise le soleil, reproduit les apparences géométriques d'une éclipse totale ou partielle; on peut ainsi s'exercer à faire des observations et des mesures, en prévision de véritables éclipses où, faute de temps, les astronomes doivent agir avec la plus grande activité. L'expérience acquise en utilisant l'appareil de M. André les y aidera.

Chimie biologique. — *Sur les cafés sans caféine.* Note de M. GABRIEL BERTRAND, présentée par M. E. ROUX.

Les graines des diverses espèces de café renferment, en général, une dose assez élevée de caféine, environ 10 à 15 grammes par kilogramme.

M. Bertrand a montré cependant qu'il y avait une exception à cette règle: le café de la Grande Comore, auquel Baillon a donné le nom scientifique de *Coffea humblotiana*, ne renferme pas la plus petite trace de l'alcaloïde. Cette exception a paru d'autant plus curieuse que le *Coffea humblotiana* ressemble beaucoup à l'espèce ordinaire, au *Coffea arabica* L.

L'absence de caféine dans le café de la Grande Comore n'est due à l'influence ni du sol, ni du climat de l'île africaine. L'analyse du *Coffea arabica* cultivé dans la même île a donné, en effet, une teneur normale, 13^{gr} 4 de caféine par kilogramme de graines. D'autres cafés, récoltés à Madagascar près de Diégo-Suarez, et d'espèces bien distinctes, présentent la même absence de caféine. Ce fait n'est donc pas accidentel, mais bien un caractère distinctif de certaines espèces qui, jusqu'ici, proviennent toutes de la région de Madagascar.

Chimie minérale. — *Sur la préparation des composés binaires des métaux par l'aluminothermie.* Note de MM. C. MATIGNON et R. TRANNOY.

Confirmant les résultats énoncés récemment par

M. Colani (1) relativement à une application nouvelle de l'aluminothermie, MM. Matignon et Trannoy annoncent qu'ils ont préparé, au Collège de France, des phosphures, arsénures, siliciures et borures en utilisant les propriétés réductrices de l'aluminium.

Comme l'a fait remarquer M. Colani, il est difficile d'éviter la présence d'un peu d'aluminium dans les produits ainsi préparés.

En prenant les précautions indiquées par la pratique de l'aluminothermie, on obtient dans tous les cas un culot du composé, bien séparé de sa gangue; il est souvent nécessaire, pour obtenir ce résultat, de provoquer la réaction dans le mélange initial porté préalablement à 1 000 degrés.

Hydrologie. — I. — *Les minéraux des eaux de sources de Paris.* Note de M. L. CAYEUX, présentée par M. A. de LAPPARENT.

Les eaux de sources qui alimentent la ville de Paris déposent sur les filtres un résidu de couleur ocreuse dont la composition est très curieuse. L'auteur a soumis à une étude micrographique détaillée des produits de filtration se rapportant à deux sources.

Ces matériaux ont une double origine. Les plus nombreux ont été transportés par les eaux; ce sont des éléments élastiques (argile, quartz, pyrite, phosphate de chaux, glauconie, corindon, etc.); ils sont accompagnés par des minéraux qui ont pris naissance dans ces mêmes eaux (limonite et carbonate de chaux). La teneur de l'eau en minéraux est faible, mais non négligeable.

M. Cayeux signale l'intérêt d'une étude systématique de ce genre pour déterminer le régime et la valeur d'une eau de source.

II. — *Sur une nouvelle exploration du gouffre du Trou-de-Souci (Côte-d'Or).* Note de M. E.-A. MARTEL, présentée par M. GAUDRY.

M. Martel vient de compléter l'exploration du gouffre du Trou-de-Souci, dont il avait déjà donné les premiers résultats (2).

Il en résulte que le Trou-de-Souci synthétise remarquablement les lois principales de l'hydrologie des calcaires, savoir:

- 1° Préexistence des fissures du sol;
- 2° Capture, par les cassures recoupant la surface, des cours d'eau extérieurs;
- 3° Agrandissement de ces crevasses capturantes en pertes et abîmes, de haut en bas en général exceptionnellement, de bas en haut, par effondrement postérieur;
- 4° Dessèchement progressif des vallées par les captures (achevé au Souci, dans les Causses, etc.; en cours d'évolution dans le Jura, la Charente, sur le haut Danube, en Belgique, etc.);
- 5° Dilatation souterraine des diaclases en ciernes distinctes, parfois raccordées en assez longues rivières intérieures;
- 6° Triple action de l'érosion, de la corrosion et de la pression hydrostatique. *Décalcification* contemporaine très notable;
- 7° Décadence de l'écoulement souterrain, les parties basses des cavités étant moins dilatées que les parties moyennes;
- 8° Circulation souterraine, non pas en nappes, mais en réseau de fissures;
- 9° Intermittence et irrégularité extrême de cette circulation, selon l'abondance des pluies et des infiltrations du dehors, expliquant les variations des *résurgences* et leur contamination accidentelle;
- 10° Remplissage des fissures-réservoirs en hauteur, bien plus qu'en largeur, avec des mises en charge qu'on a vues supérieures à 10 atmosphères dans certains gouffres du Karst;
- 11° Amorçage et jeu de siphons souterrains lors des crues souterraines;
- 12° Diversité de la température souterraine expliquant les variations, trop longtemps méconnues, de celle des *résurgences* (Vaucluse, etc.).

Hygiène. — *Propriétés antiseptiques des fumées: essais de désinfection avec les vapeurs dégagées du sucre par la chaleur.* Note de M. A. TRILLAT, présentée par M. E. ROUX.

Après avoir établi que l'aldéhyde méthylique se formait dans les produits gazeux des combustions, M. Trillat a démontré que certaines substances pou-

(1) Voir le Génie Civil, t. XLVII, n° 11, p. 190. (Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)

(2) Voir le Génie Civil, t. XLVI, n° 2, p. 30. (Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)

vaient en dégager des doses assez considérables pour stériliser sous une cloche des germes extrêmement résistants. Il a répété en grand ces mêmes expériences afin de se rendre compte de la possibilité d'en faire un procédé pratique de désinfection. Dans ce but, il s'est adressé au sucre, l'une des substances qui fournit le plus d'aldéhyde sous l'influence de la chaleur. L'opération, faite à l'Institut Pasteur, a consisté à brûler le sucre le plus rapidement possible dans une marmite. Des objets contaminés (bois, papier, étoffe) étaient placés dans la salle et on ensemait les bouillons après six heures d'exposition. Les germes étaient le coli-bacille, le bacille typhique, le staphylocoque doré, etc.

Les résultats, tout en étant moins favorables que ceux fournis directement par l'aldéhyde formique, présentent néanmoins de l'intérêt parce que la méthode peut être améliorée, notamment en mélangeant le sucre à des substances inertes et poreuses qui, en multipliant les surfaces de contact, augmentent le rendement en aldéhyde formique.

A défaut d'autre procédé de désinfection, les fumigations par la combustion du sucre pourraient rendre service, notamment dans les régions éloignées des villes; la désodorisation qui en résulte et qui est due à la présence de la formaldéhyde peut trouver son application dans un grand nombre de circonstances.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

AGRICULTURE

L'Exposition Royale d'Agriculture d'Acton. — *L'Engineer*, du 30 juin, passe en revue les principales machines nouvelles qui figurent à la 66^e Exposition annuelle de la Société Royale d'Agriculture au Parc Royal d'Acton (Angleterre). L'auteur décrit plus spécialement un rouleau automobile à pétrole système Barford et Perkins.

Cette machine, qui pèse 2 750 kilogr., repose sur deux rouleaux, un grand à l'arrière chargé à 1 950 kilogr. et un petit à l'avant. Elle est munie d'un réservoir d'eau situé à l'arrière qui porte son poids à 3 200 kilogr. La vitesse du rouleau peut varier de 1 600 à 4 800 mètres à l'heure et le moteur peut développer 8 chevaux.

L'auteur donne ensuite quelques renseignements sur les autres machines les plus intéressantes de cette exposition et notamment sur les moteurs à pétrole type « Gothic », à vitesses partiellement réglables par déplacement du brûleur, les moissonneuses R. Hornsby et Sons, une faucheuse de gazon automobile de 8 chevaux et une machine à planter les pommes de terre, système Knowlson; une automobile à pétrole de 30 chevaux, pesant 1 700 kilogr. pour le traînage des chariots et pouvant être utilisée comme locomobile; des chariots automobiles et automobiles divers.

ARCHITECTURE

Les châteaux-forts de Bellinzona (Suisse). — Dans la vallée du Tessin, au nord du lac Majeur, la ville de Bellinzona attire l'attention du touriste par ses remparts et ses trois châteaux-forts, le Castello Montebello, le Castello Corbaro et le Castello Grande.

M. Adolf ZELLER, privat-docent de l'École technique supérieure de Darmstadt, en retrace l'histoire avec beaucoup de détails, dans la *Zeits. für Bauw.* (3^e fascicule de 1905), d'après les documents publiés par le *Bollettino storico della Svizzera italiana*. Les principaux ouvrages datent du xv^e siècle. L'auteur en étudie les dispositions générales et les modifications apportées par le temps; il reconstitue les plans des trois châteaux et reproduit plusieurs croquis et photographies qui donnent une idée de l'importance de ces édifices. Le Castello Montebello sert aujourd'hui de palais d'Archives pour le canton du Tessin.

Projet de reconstruction de l'hôtel de ville de Dresde. — Le *Zentralbl. der Bauverw.*, du 15 juillet, publie les plans du projet définitif établi par M. Roth pour le nouvel hôtel de ville de Dresde. Cet important édifice couvrira un trapèze irrégulier en bordure de la Friedrichsallee, et comportera six

cours intérieures. Un beffroi massif, élevé derrière le pavillon de façade principale, doit renfermer l'escalier d'honneur. Le détail de la répartition des locaux est indiqué dans la note qui est jointe à ces plans.

CHEMINS DE FER

Distribution d'eau aux locomotives des trains rapides allemands. — Le système d'alimentation des locomotives en cours de route, au moyen du dispositif Ramsbottom, appliqué depuis de nombreuses années en Angleterre, a reçu également en Amérique, et même en France, la sanction de la pratique (*). M. ZIMMERMANN examine dans l'*Organ für Fortschritte des Eisenbahnwesens* (n^{os} 4 et 5 de 1905) s'il ne conviendrait pas de faire des applications analogues en Allemagne, tout au moins sur les sections de lignes de 250 à 300 kilom. de longueur, qui doivent être parcourues sans arrêt par les trains express. La capacité actuelle des tenders nécessite, pour un parcours aussi long, un arrêt intermédiaire qui fait perdre environ cinq minutes sur la durée de l'horaire et qui exige, pour le réapprovisionnement de l'eau, des installations hydrauliques supplémentaires, souvent fort coûteuses. La solution qui consisterait à accoupler, aux locomotives, des tenders de très grande capacité, aurait l'inconvénient de conduire à des poids exagérés pour ces véhicules. Ainsi, un tender de dimensions suffisantes pour satisfaire aux conditions énoncées, ne pèserait pas moins, avec 24 mètres cubes d'eau, de 56 tonnes en ordre de marche; c'est à peu près le cinquième de la charge totale remorquée.

En installant un bac d'alimentation vers le milieu de la longueur du trajet, lorsque celui-ci dépasse 250 kilom., on peut réduire à 12 mètres cubes la capacité des caisses à eau du tender, car le bac, d'une contenance de 15 mètres cubes, peut fournir 11 mètres cubes utiles. Le caniveau devra être construit en alignement droit et sur une partie de voie horizontale. Dans les contrées où la température se maintient, en hiver, pendant longtemps au-dessous de 0 degré, l'eau d'alimentation, préalablement chauffée, ne sera envoyée dans le bac par des pompes spéciales de refoulement, que peu d'instants avant le passage de chaque train et le caniveau devra être débarrassé, chaque fois, de son excédent de liquide, afin d'éviter la formation de glace, susceptible de détériorer les écopés des tenders. Les dimensions du bac pourront être, comme sur le réseau anglais du North Western Railway, de 350 mètres de longueur, 0^m 430 de largeur et 0^m 153 de profondeur. La hauteur d'eau est de 0^m 100. Deux pentes de raccordement, de 10 mètres de longueur chacune, terminent le bac à ses extrémités. La dépense d'installation d'un caniveau revient à 16 000 francs environ.

En supposant que quatre trains rapides utilisent journellement ce mode d'alimentation, on a calculé que l'économie annuelle qui résulte de son emploi varierait de 2 750 à 4 775 francs. Cette économie est encore plus grande si le nombre des trains est plus élevé. Il y a donc intérêt à munir de bacs d'alimentation en pleine voie les sections de ligne ayant une longueur supérieure à 250 kilom., qui doivent être franchies sans arrêt par les trains express de voyageurs.

CONSTRUCTIONS CIVILES

La construction des hangars à marchandises. — On a construit en 1903 à la gare de l'Est, à Berlin, un important hangar à marchandises dont M. CONNELIUS étudie les dispositions dans le *Zentralbl. der Bauverw.*, du 1^{er} juillet.

Le hangar proprement dit a 173^m 50 de longueur et 17 mètres de largeur. A l'une des extrémités sont groupés les bureaux. Les bascules sont réparties le long du côté de la cour. Les fenêtres sont très nombreuses, et les portes sont fermées par des rideaux en tôle ondulée, cadénassés à l'intérieur. Leur manœuvre se fait par manivelle et transmission d'engrenages.

Le sol du hangar est à 1^m 10 au-dessus des quais; il se compose d'un béton maigre recouvert de mortier de ciment mélangé de copeaux de fer.

La charpente est en bois; les poteaux sont renforcés par des tôles jusqu'à une certaine hauteur. La toiture est extrêmement plate, et assez basse.

Ce hangar est, paraît-il, d'une construction économique et a donné satisfaction.

ÉLECTRICITÉ

L'électricité à bord des navires. — Les *Annalen für Gewerbe*, du 1^{er} juillet, reproduisent une conférence de M. SCHULTHEIS, directeur de la maison Siemens-Schuckert, à l'Union des Ingénieurs mécaniciens allemands, sur les installations électriques et la dépense de courant à bord des navires. L'auteur montre au moyen de diagrammes la répartition (suivant les catégories de navires et leur tonnage) du courant consommé pour l'éclairage, les moteurs utilisés pendant la traversée et ceux utilisés dans les ports: treuils, cabestans des ancres, etc.

Il donne ensuite quelques exemples de groupes électrogènes et de tableaux de distribution étudiés spécialement pour les navires.

Tracteurs et omnibus électriques sur routes, système Schiemann. — M. BURT donne quelques renseignements, dans le *Dinglers Polytechnisches*, du 8 juillet, sur plusieurs installations de tracteurs industriels ou d'omnibus électriques à voyageurs faites par la Société Schiemann, notamment à Wurzen (Saxe) et aux environs. Il est aussi question d'une installation de ce système à Lyon.

Les prises de courant se font sur une ligne électrique ordinaire à deux fils, par deux perches montées l'une derrière l'autre sur le tracteur; ces perches sont terminées par des cuillers à contact glissant. Pour la traction de trains de wagonnets à marchandises, ceux-ci sont pourvus d'un dispositif de tournant correct, tout au moins approximatif.

Les omnibus à voyageurs ne présentent pas extérieurement de particularités notables; l'essieu arrière est moteur et l'essieu avant est muni des appareils de direction. Le courant est envoyé sous 500 volts au moteur de 25 chevaux.

HYGIÈNE

Conditions que doivent remplir les services d'incendie à haute pression. — *L'Engineering Record*, du 3 juin, publie le rapport complet du Comité de l'Association nationale américaine de protection contre l'incendie; nous lui empruntons les renseignements qui suivent:

Cette association fit une enquête sur les divers systèmes employés pour combattre les incendies, elle reconnut d'abord que les services qui empruntent les distributions d'eau ordinaires sont souvent insuffisants. La faible efficacité de ces systèmes est due, la plupart du temps, à des déficiences dans le mécanisme des pompes à vapeur, à la mauvaise qualité du combustible employé ou au mauvais entretien du matériel.

Plusieurs grandes villes américaines ont déjà installé différents systèmes à haute pression; ces installations ont été soumises à l'enquête, et, de leur examen on a déduit les conditions que doivent remplir les nouvelles installations. Un service d'incendie à haute pression doit, à tout instant, être capable de fournir, à une pression suffisante, un débit d'eau permettant de combattre un sinistre localisé ou généralisé. Le rapport étudie en détail toute l'installation et en déduit certaines prescriptions concernant la pression et le débit en divers points et la nature des appareils à employer.

Il recommande la généralisation des *sprinklers* automatiques et conseille de les placer sur des branchements spéciaux de faible section. A l'intérieur des immeubles, les tuyaux ne doivent pas avoir un diamètre inférieur à 50 millimètres; à l'extérieur leur diamètre doit toujours être supérieur à 75 millimètres. Les prises d'eau dans les rues doivent être assez rapprochées: un écartement maximum de 100 mètres est seul permis. La pression, en plein débit, doit être maintenue entre 7 kilogr. et 15 kilogr. dans la canalisation principale.

La section de la canalisation et la puissance du système doivent suffire pour maintenir, pendant au moins trente-six heures, un débit pouvant atteindre 90 mètres cubes à la minute en cas de sinistres locaux et s'élevant à 180 mètres cubes quand on doit combattre un sinistre général.

Parmi les systèmes à haute pression, ceux qui utilisent des réservoirs élevés toujours en charge sont les plus sûrs, mais leur installation n'est pas souvent possible sans de très grands frais. Les stations centrales de secours avec moteurs à vapeur, à gaz ou électriques, doivent comporter un nombre suffisant d'unités motrices afin de rendre négligeable un accident survenant à l'une d'elles.

(4) Voir le *Génie Civil*, t. XXXV, n^o 20, et t. XXXIX, n^o 6.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Transmission de la chaleur, par radiation, aux températures élevées. — M. Frank C. WAGNER décrit dans l'*Iron Age*, du 8 juin, les expériences qu'il a faites sur la transmission de la chaleur aux températures élevées. Il s'est proposé d'abord de déterminer le temps qu'il faut pour amener, dans un four à réverbère, des plaques de tôle d'acier ou de fer, à la température du rouge soudant. Il fit précéder ces essais pratiques par des expériences de laboratoire sur la transmission, par radiation, en chauffant, dans un four à moufle, des échantillons d'acier et de fer extraits des lots de plaques à souder.

La mesure des températures de l'échantillon et du four se fait au moyen de deux couples thermo-électriques Le Chatelier. Au début de l'expérience on note l'heure exacte, et la déviation de l'aiguille du galvanomètre placé dans le circuit de la pile thermo-électrique du four; on introduit le métal dans le four, on referme rapidement la porte et on inscrit toutes les cinq secondes la déviation du galvanomètre du couple de la plaque. Ces observations sont faites jusqu'au moment où le métal atteint la température du four, à cet instant on enregistre la déviation du galvanomètre du moufle.

Des observations galvanométriques, on déduit les températures de la plaque de cinq en cinq secondes et celles du four au commencement et à la fin de l'expérience; la moyenne des températures initiale et finale est adoptée comme température du moufle. Le poids de l'échantillon est connu, on peut déterminer la quantité totale de chaleur qu'il a reçue au moyen des formules exprimant la chaleur spécifique du fer et de l'acier en fonction de la température.

En supposant que les deux faces de la plaque reçoivent la même quantité de chaleur, on peut calculer la chaleur reçue, par seconde et par unité de surface du métal. Cette hypothèse s'écarte peu de la vérité et donne des erreurs d'ordre inférieur à celles qui résultent de la sensibilité de l'appareil, on peut donc l'admettre comme vraie. On admet, d'autre part, que la température, à la surface des plaques, est la même qu'au point d'insertion du fil du circuit, à l'intérieur de ces plaques; l'auteur montre que l'erreur qui en résulte est absolument négligeable.

Pour chacun des quatre échantillons de fer et d'acier on a dressé un tableau et la courbe correspondant aux résultats enregistrés. On a reconnu qu'il y a une très grande concordance avec les quantités de chaleur transmises calculées par la loi de Stéphan.

Des expériences analogues furent faites en chauffant les mêmes échantillons dans un four à réverbère; la loi de Stéphan se vérifia également. La température du four variant, comme celle du moufle, d'une expérience à l'autre de 850 à 950 degrés, il fallait environ une minute pour élever la plaque à cette température et près de trois minutes dans le four du laboratoire.

Ces expériences ont montré que le coefficient d'absorption de l'acier est environ les $\frac{80}{100}$ de celui du fer.

Utilisation des gaz des fours à coke au chauffage des chaudières. — Dans les premiers fours à coke métallurgique installés près des puits d'extraction, on laissait s'échapper tous les gaz et produits condensables; ensuite, les goudrons et produits ammoniacaux furent condensés et, depuis quelques années, les gaz eux-mêmes sont utilisés au chauffage des chaudières à vapeur.

M. T. Y. GREENER a fait des essais de longue durée avec divers systèmes de chaudières employant les chaleurs perdues des fours à coke de types différents; l'*Engineering and Mining*, du 22 juin, résume les résultats enregistrés au cours de ces essais.

Le choix du système de chaudières à adopter est très important: il ne suffit pas que l'appareil évaporatoire ait un bon rendement calorifique, il faut aussi que son installation dans les carnaux de gaz ne crée pas une trop grande résistance et nuise ainsi au bon fonctionnement des fours.

En Angleterre, les mines installent généralement dans les carnaux des fours à coke, des chaudières Lancashire ou Babcock et Wilcox; l'auteur discute la valeur respective de ces deux systèmes et signale les rendements obtenus avec chacun d'eux.

Le type de fours qui donne les meilleurs résultats est celui des fours dits en ruche, dans lequel

une partie du charbon est brûlée pour produire la distillation du reste.

Dans les meilleures conditions, on ne peut pas évaporer plus de 1 kilogr. d'eau par kilogramme de charbon distillé. D'une série d'essais, ayant duré plusieurs années, on peut conclure qu'en utilisant les chaleurs perdues des fours à coke, le coke dépensé pour la production de la vapeur représente 1 à 1,5 % du poids total du coke extrait.

TRAVAUX PUBLICS

La capacité à donner aux barrages-réservoirs. — Il convient, dans le projet d'un barrage-réservoir, de prévoir une capacité telle que les eaux accumulées sur l'ensemble du bassin hydrologique soient emmagasinées, sinon entièrement, du moins dans la limite des besoins actuels et futurs, car il est presque toujours difficile de relever après coup le niveau d'une retenue. Le prix de revient du mètre cube d'eau emmagasiné décroît d'ailleurs rapidement à mesure que s'accroît la capacité du réservoir. D'autre part, il faut tenir compte des quantités d'eau qui sont empruntées, dans chaque saison, au réservoir, et de celles qui s'écoulent par les déversoirs en pure perte.

Les statistiques dressées depuis dix-sept ans par M. Borchardt, directeur du service des eaux de la ville de Remscheid (Prusse rhénane), permettent aujourd'hui d'étudier ces différentes questions en s'appuyant sur des données expérimentales certaines.

Au moyen de ces chiffres, M. LINK fait ressortir, dans le *Zentralbl. der Bauverw.*, du 28 juin, les proportions les plus avantageuses pour la capacité d'un réservoir, proportions évaluées en pour cent de l'afflux annuel moyen d'eau, et variables suivant que la consommation en eau est particulièrement forte en été (eau potable, alimentation de canaux) ou en hiver (usines hydro-électriques).

En examinant les nombreux barrages-réservoirs construits dans la Prusse rhénane et la Westphalie (1) on constate que, pour la plupart, la contenance est environ 30 % du volume d'eau recueilli annuellement sur leur bassin, de sorte que dans les années très sèches, 1893 et 1904 par exemple, leur provision d'eau était insuffisante, tandis qu'inversement, pendant certains printemps pluvieux, le déversoir fonctionnait durant plusieurs mois de suite.

Aussi l'Ingénieur Intze, auteur des projets de beaucoup de ces barrages, et récemment décédé, avait l'intention de prévoir désormais des capacités plus élevées; ainsi le barrage de Neyetal, entrepris par la ville de Remscheid pour doubler l'ancien réservoir, aura une capacité de 65 % du volume d'eau recueilli annuellement.

Canaux pour le débouché des Grands Lacs américains. — L'État de New-York étudie, depuis 1895, les moyens de mettre en communication directe l'Atlantique avec les Grands Lacs au moyen d'un canal; mais il s'en tient actuellement à l'agrandissement du canal Érié, qui fait communiquer Buffalo avec l'Hudson. Ces travaux, qui coûteront environ 500 millions, permettront d'avoir un canal de 3 mètres de Buffalo à New-York, pouvant porter des bateaux de 800 tonnes.

Après avoir fait l'historique de ces projets, l'*Engineer*, du 23 juin, examine une autre question soumise à la dernière Commission américano-canadienne, instituée pour étudier les transports par eau entre le Saint-Laurent et l'Atlantique, celle de l'élévation du niveau du lac Érié de 0^m 71 au moyen d'un barrage établi entre Buffalo et le Niagara. Ce projet a pour but d'améliorer la navigation de la rivière Detroit, qui fait communiquer les lacs Huron et Érié, et permettrait de faire passer de 5^m 50 à 6 mètres le tirant d'eau ordinaire aux basses eaux des bateaux allant par les lacs de Chicago à Buffalo, tirant d'eau actuellement possible depuis peu pour le passage du lac Supérieur au lac Huron.

L'importance du trafic des Grands Lacs, qui s'élève actuellement à environ 80 millions de tonnes par an, avec des vapeurs d'un tonnage pouvant atteindre 12 500 tonnes, démontre l'utilité du projet.

L'auteur examine ensuite les canaux, le tirant d'eau, les dimensions et tonnages des bateaux qui peuvent faire le trafic en aval du lac Érié, et signale un autre projet actuellement à l'étude: la canalisation de la rivière Française, qui réunit la Georgian Bay sur lac Huron au lac Nipissing et la rivière Ottawa, ce qui permettrait, par cette route, d'économiser 640 kilom. sur le détour fait par le lac Érié.

(1) Voir dans le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 5, p. 65 la description des barrages-réservoirs de la ville de Solingen.

Ouvrages récemment parus.

Le Four électrique (*Forces naturelles; électrometallurgie; chimie par voie sèche*), par Adolphe MINET (1^{re} fascicule). — Une brochure, grand in-8° de 76 pages, avec 49 figures et 20 tableaux. — Hermann, éditeur, Paris, 1905. — Prix: 5 francs.

L'industrie du four électrique, qui comprend d'une manière générale les applications de l'électricité à la chimie par voie sèche et notamment à la métallurgie, date à peine de vingt ans et a pris un développement considérable. On peut estimer à 500 000 chevaux (y compris les usines à carbures métalliques) la puissance qu'elle emploie actuellement.

Le four électrique peut être défini: tout appareil appliqué aux recherches par voie sèche, où les réactions physiques et chimiques sont obtenues au moyen de l'électricité. On distingue les fours à résistance et les fours à arc.

M. Minet, dans ce premier fascicule, réunit d'abord dans un chapitre descriptif les études de laboratoire qui ont fait progresser la question de l'électrolyse par fusion ignée, depuis l'arc voltaïque de Davy (1808) jusqu'aux fours inventés par divers savants avant 1886. Un autre chapitre est consacré aux unités et grandeurs physiques, aux systèmes électriques à réactions mécaniques, électriques, calorifiques et électrolytiques; enfin aux lois fondamentales de l'électrochimie.

L'Algèbre de la Logique, par Louis COUTURAT. (*Collection Scientia*). — Un volume in-8° écu de 100 pages. — Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1905. — Prix: relié, 2 francs.

L'Algèbre de la Logique a été fondée par George Boole (1815-1864), développée et perfectionnée par Ernst Schröder (1841-1902). Les lois fondamentales de ce calcul ont été inventées pour exprimer les principes du raisonnement, les « lois de la pensée »; mais on peut considérer ce calcul, au point de vue purement mathématique, comme une algèbre reposant sur certains principes arbitrairement posés. La valeur de ce calcul et son intérêt pour le mathématicien sont indépendants de l'interprétation qu'on en donne et de l'application qu'on peut en faire aux problèmes logiques. En un mot, l'auteur l'expose, non en tant que logique, mais en tant qu'algèbre.

Étude sur les transports en commun dans Paris, par A. MAURAS, docteur en droit. — Un volume in-8° de 227 pages. — Bourgeon, éditeur, Lyon, 1905. — Prix: 5 francs.

Après une rapide description de l'ancien état de choses, M. Mauras fait l'historique du Métropolitain (1) et s'attache à en démontrer le véritable rôle.

Rapprochant ensuite les lignes d'intérêt général des lignes métropolitaines, il étudie le problème de la pénétration des grandes lignes dans Paris et de la jonction des grandes gares entre elles.

Ensuite, l'auteur expose le régime des concessions et développe la question du monopole de la Compagnie des Omnibus.

Dans un chapitre consacré aux conséquences économiques de l'exploitation, M. Mauras se place successivement au point de vue du personnel, du public, des Compagnies, de la ville de Paris, et démontre que la municipalisation des transports en commun serait dangereuse pour l'avenir financier de la capitale.

Il termine en faisant ressortir la nécessité qu'il y a à maintenir à Paris, mais en les réorganisant, les transports en commun d'intérêt local autres que le Métropolitain, et insiste sur l'intérêt de mettre en circulation des omnibus automobiles (2).

Appareils d'éclairage électrique, par R. WITTEBOLLE, Ingénieur-électricien. (*Bibliothèque de l'Ouvrier électricien*). — Un volume in-12, avec 129 figures. — H. Desforges, éditeur, Paris, 1904. — Prix: broché, 2 fr. 50; relié percaline, 3 francs.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, XXXVIII, XXXIX et XLII.

(2) Voir dans le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 3, p. 33, la description d'un omnibus automobile qui vient précisément d'être mis en essais par la Compagnie des Omnibus.

Le Gérant: H. AVOIRON.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Mécanique** : Machine à vapeur pour laminoir de 16 000 chevaux (*planche XIV*), p. 225. — **Métallurgie** : Congrès de la Métallurgie tenu à Liège, du 24 juin au 1^{er} juillet 1905, p. 228; LÉON GUILLET. — **Travaux publics** : Renversment du pont tournant du Portage Lake entre Houghton et Hancock (États-Unis), p. 232. — **Sciences** : Jumelles stéréo-prismatiques, p. 233. — **Jurisprudence** : Les catalogues ou albums industriels, p. 234; Louis RACHOU. — **Variétés** : Sur l'emploi de l'air sec dans les hauts fourneaux, p. 234; A. POURCEL; — Influence de la dessiccation sur la réduction

de l'acide carbonique par le charbon, p. 235; — Pont-route sur la Sprée, à Oberschöneweide, près Berlin, p. 235; — La sécurité à bord des sous-marins, p. 236; — Générateur économiseur de vapeur, à circulation multiple, système Grenthe, p. 237.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Académie des Sciences (24 juillet 1905), p. 238.

BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 238; — Ouvrages récemment parus, p. 240.

Planche XIV : Machine à vapeur pour laminoir de 16 000 chevaux.

MÉCANIQUE

MACHINE A VAPEUR POUR LAMINOIR DE 16 000 CHEVAUX

(*Planche XIV.*)

La machine à vapeur, dont nous donnons ci-après la description, est probablement la plus puissante qui ait jamais été construite, abstraction faite de celles utilisées à bord de quelques navires de construction récente. Elle est du type pilon à trois cylindres et sert à actionner deux trains de laminoirs pour des poutrelles dont les dimensions atteignent jusqu'à 0^m610 de hauteur. Elle est donc du type réversible; à cet effet elle est munie d'un mécanisme de changement de marche et de mise en route, commandé par un double jeu de leviers, disposés au-dessus et à chaque extrémité de l'arbre pour permettre au mécanicien de faire toutes les manœuvres en ayant toujours sous les yeux le train de laminoirs en fonctionnement.

L'emploi d'une machine verticale à trois cylindres pour actionner un laminoir paraît beaucoup plus avantageux que celui d'une machine horizontale monocylindrique ou à deux cylindres jumelés. Indépendamment des avantages généraux reconnus pour les machines verticales, comme, par exemple, l'usure uniforme et l'absence d'ovalisation des cylindres, au point de vue de leur application aux laminoirs elles présentent les avantages suivants :

Elles peuvent être mieux équilibrées que les machines horizontales, car le type pilon permet de réduire considérablement les lourds contrepoids destinés à balancer les manivelles; du même coup, on diminue la pression sur les portées des paliers et l'usure qui en résulte.

Les efforts moteurs étant transmis à l'arbre par trois manivelles calées à 120 degrés, le moment résultant de ces efforts, c'est-à-dire le couple moteur, reste pratiquement constant pendant toute la durée

d'une révolution; ce couple, au contraire, varie notablement avec deux manivelles, quand elles sont calées à angle droit et, comme dans ce dernier cas, l'effort moyen doit rester le même que dans le premier, il s'ensuit que l'effort moteur maximum doit être sensiblement plus élevé que cet effort moyen, ce qui a pour effet de fatiguer beaucoup plus les organes de transmission et de produire leur usure plus rapidement. Cette constance du couple moteur permet aussi : d'employer des cylindres relativement plus petits pour développer une puissance donnée, de réduire les pertes par condensation et, par conséquent, d'économiser la vapeur. La diminution d'usure et du jeu fait que les pertes de vapeur par fuites sont diminuées; pour cette deuxième raison, la consommation de vapeur est encore diminuée.

Ce genre de machines se prête enfin à l'emploi des types de distributions les plus perfectionnés, et permet, par sa grande souplesse, d'arriver à des vitesses de marche et à des productions plus élevées; son encombrement superficiel étant plus petit que celui d'une machine horizontale de

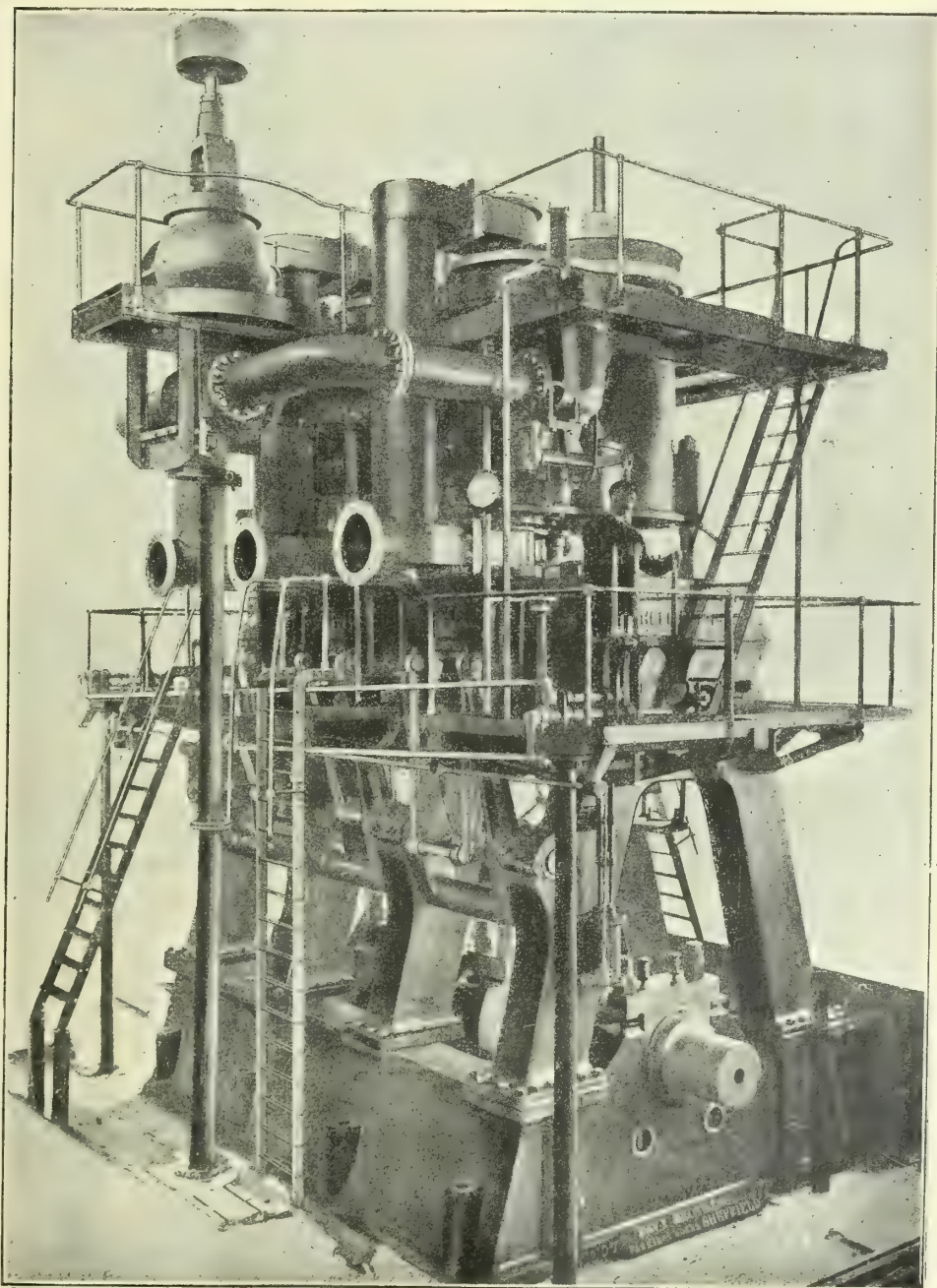


FIG. 1. — MACHINE A VAPEUR POUR LAMINOIR DE 16 000 CHEVAUX.

même puissance, l'installation complète du train de laminoirs ainsi équipé peut se faire dans une halle de dimensions plus restreintes. Cette réduction d'espace occupé en plan est appréciable surtout quand, comme dans le cas présent, la place dont on dispose est très limitée. Enfin la machine bénéficie de tous les autres avantages résultant de sa construction tels que : diminution des frottements dans les cylindres et les guides du piston, équilibrage parfait, moindre usure, moindre tendance pour les poussières dures, si abondantes dans la halle de laminage, à se déposer et à pénétrer entre les parties frottantes, puisqu'un grand nombre d'organes, tels que les tiges de commande, plus spécialement sujets à recevoir ces poussières, sont disposés verticalement et non horizontalement.

Description générale. — Cette machine, dont les figures 1 et 40 représentent des vues d'ensemble, a été installée dans les établissements de MM. Dorman, Long et C^{ie}, Britannia Works, à Middlesbrough, où elle fonctionne à la satisfaction générale depuis quelque temps déjà (1); elle a été construite par MM. Davy frères, de Sheffield. Comme on peut le voir (fig. 1, 2 et 3, pl. XIV), ses trois cylindres sont égaux et disposés parallèlement, leurs axes étant tous trois dans un même plan vertical. Le diamètre est le même pour chacun des cylindres, il est de 1 219 millimètres; leur course est de 1 320 millimètres; leurs autres dimensions sont calculées pour une pression normale de vapeur de 9^{kg} 8 par centimètre carré.

La puissance totale de la machine avec cette pression de vapeur, et avec une vitesse de 120 tours par minute, est de 16 000 chevaux.

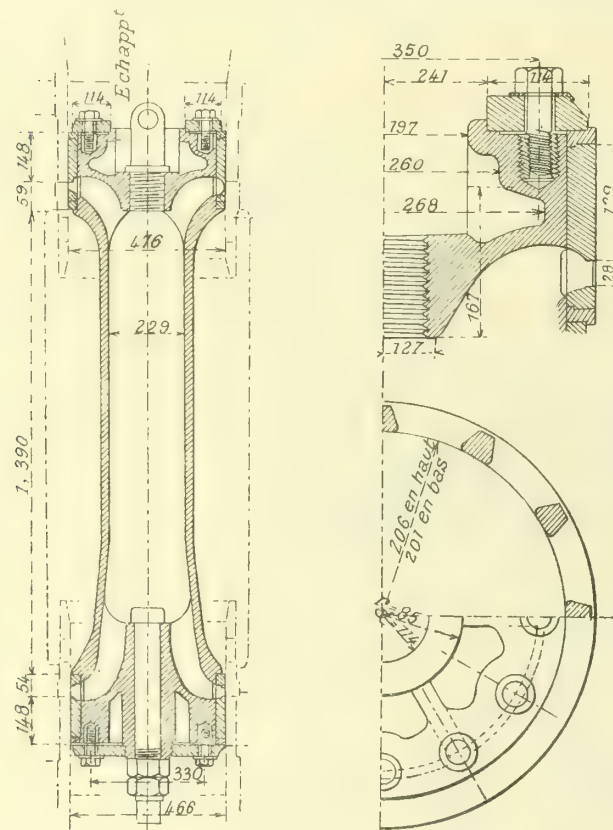


FIG. 2. — Coupe longitudinale du tiroir-piston. FIG. 3 et 4. — Coupes et plan partiels du tiroir-piston.

Le bâti est en fonte creuse et constitué par un socle en caisson, formé par six pièces assemblées de 1 372 millimètres de hauteur, et par quatre supports en A écartés de 1 829 millimètres d'axe en axe et également en caisson; tous les joints entre ces six pièces sont pourvus de rainures profondes et les parties qui les forment sont en équerre pour éviter tous les efforts tranchants dans les boulons d'assemblage et pour assurer la rigidité absolue de l'ensemble. Le bâti est fixé sur le massif de fondations par des boulons de 102 millimètres de diamètre; il est couronné par un entablement massif servant de base aux colonnes en acier de 203 millimètres de diamètre, qui supportent, quatre par quatre, les trois cylindres à vapeur dont les fonds sont à 508 millimètres au-dessus de cet entablement. Cette surélévation des cylindres évite l'échauffement du métal du bâti, ce qui pourrait déterminer des efforts transversaux considérables dans les supports en A extrêmes. Elle rend aussi les presse-étoupes des tiges de piston plus facilement accessibles.

En raison du peu de place disponible entre les différents montants de ce bâti et malgré son poids, l'arbre à manivelles a été forgé d'une seule pièce pour éviter les assemblages par manchons d'accouplement encombrants. Il a une longueur totale de 7^m 40 environ et un diamètre

aux portées de 533 millimètres. Il est percé sur toute sa longueur d'un trou de 127 millimètres de diamètre et pourvu de trois manivelles de section rectangulaire de 381 millimètres d'épaisseur et de 660 millimètres de rayon. La traverse de ces manivelles a un diamètre égal à celui de l'arbre, soit 533 millimètres. Cet arbre à trois coudes est probablement la plus forte pièce du genre qui ait jamais été forgée d'un seul morceau. Il pèse 21 tonnes. Il a été fourni par la Compagnie Cammell, Laird, de Sheffield.

Les tiges des pistons ont 229 millimètres de diamètre; elles sont guidées dans les deux fonds des cylindres et pourvues de presse-étoupes à garnitures métalliques; les bielles sont cylindriques et ont 241 millimètres de diamètre; les crosses sont guidées par des coulisses doubles fixées aux supports en A du bâti.

Distribution. — Cette distribution est du type Joy (1), à tiroirs cylindriques et spécialement étudiée pour cette machine. Un de ces tiroirs, qui sont tous creux, est représenté en détail dans les figures 2, 3 et 4.

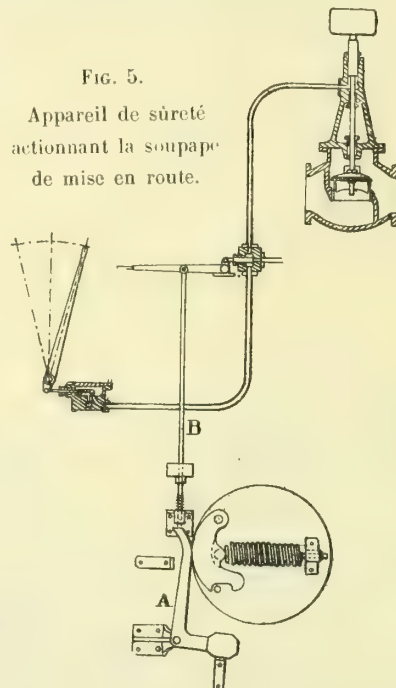


FIG. 5.

Appareil de sûreté actionnant la soupape de mise en route.

La vapeur est amenée dans le cylindre entourant ce tiroir, extérieurement au piston creux dont les deux extrémités, percées d'orifices, coulisent dans des fourreaux prolongés jusque dans l'intérieur du cylindre de ce piston et pourvus de deux séries d'ouvertures; l'une d'elles met en communication l'intérieur de ce fourreau avec le cylindre de la machine, tandis que l'autre est percée simplement à travers la paroi de leur prolongement dans le cylindre du piston.

Pendant son déplacement, les orifices du piston creux viennent alternativement se placer en face de ces deux séries d'ouvertures; admettons, par exemple, que les ori-

fices supérieurs soient en face de l'entrée du compartiment supérieur du cylindre comme dans la figure 1 (pl. XIV), les orifices inférieurs de ce piston sont alors en face des ouvertures du fourreau percées à travers sa paroi seulement, et la vapeur peut passer par ces orifices pour se rendre au compartiment supérieur du cylindre à vapeur à travers le piston creux. Dans le même moment, ce piston dégage entièrement l'orifice d'entrée du compartiment inférieur de ce cylindre

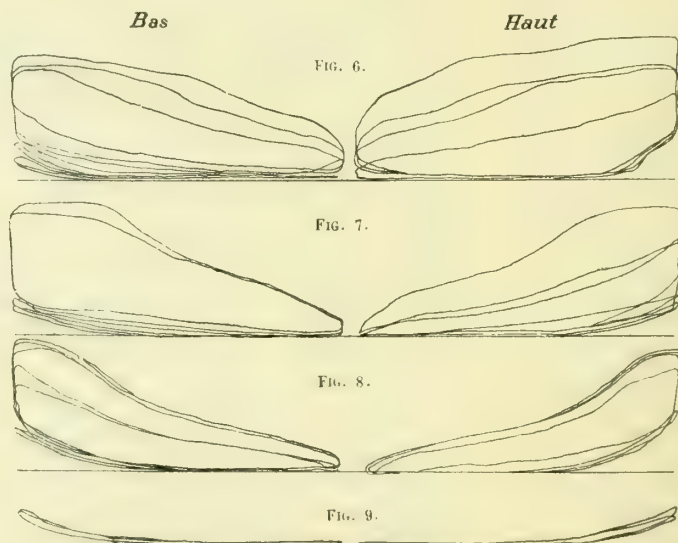


FIG. 6 à 9. — Diagrammes de fonctionnement de l'un des cylindres à différentes charges et avec des admissions différentes.

et le met en communication avec l'échappement. Les dimensions de ces tiroirs sont calculées de telle sorte que le poids total de leurs organes est équilibré par la pression de la vapeur et que la timonerie de commande de ces tiroirs est entièrement déchargée de ce

Fig. 1. Force on trawers

Fig. 2. Elevation.

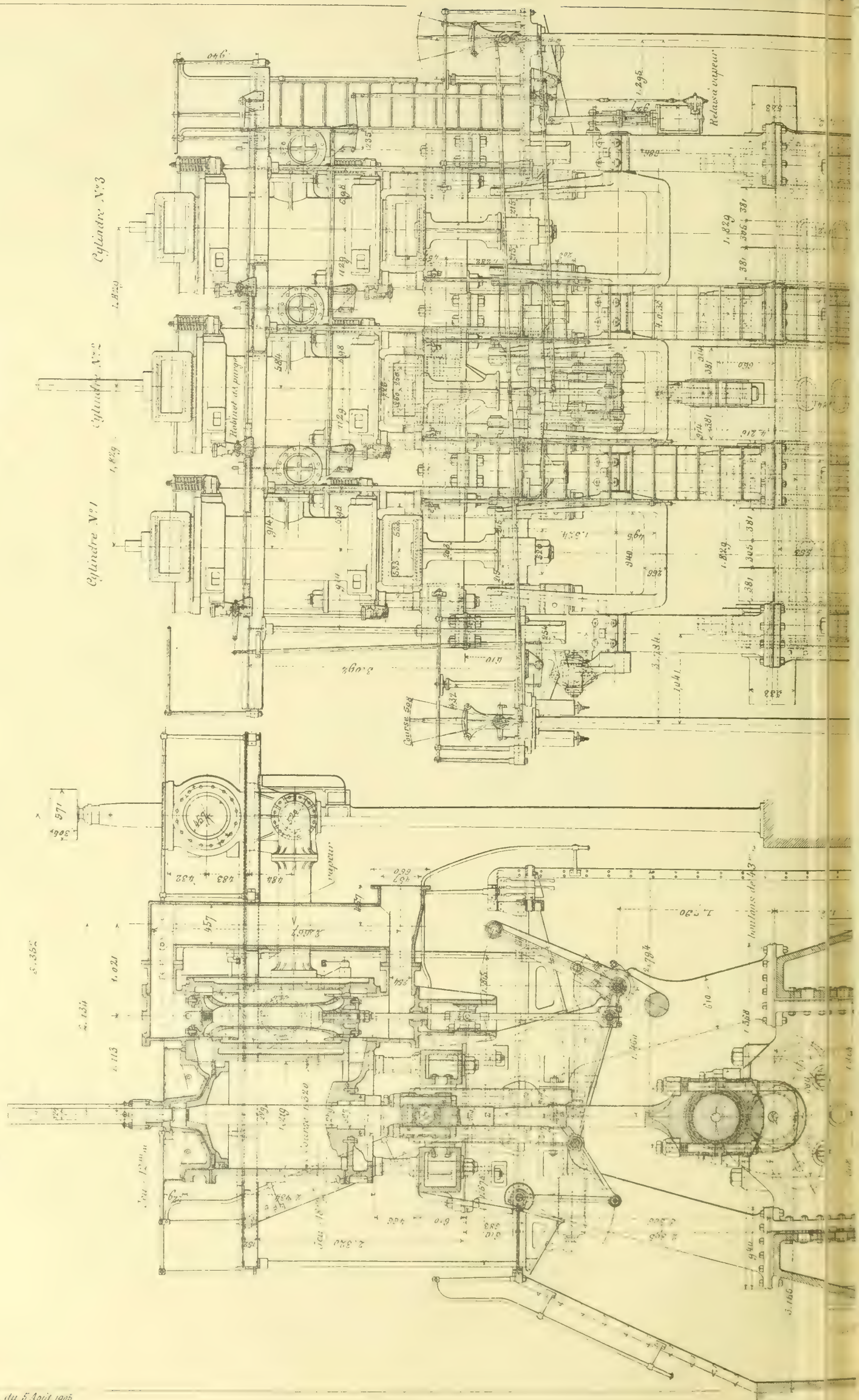


Fig. 3. Plan

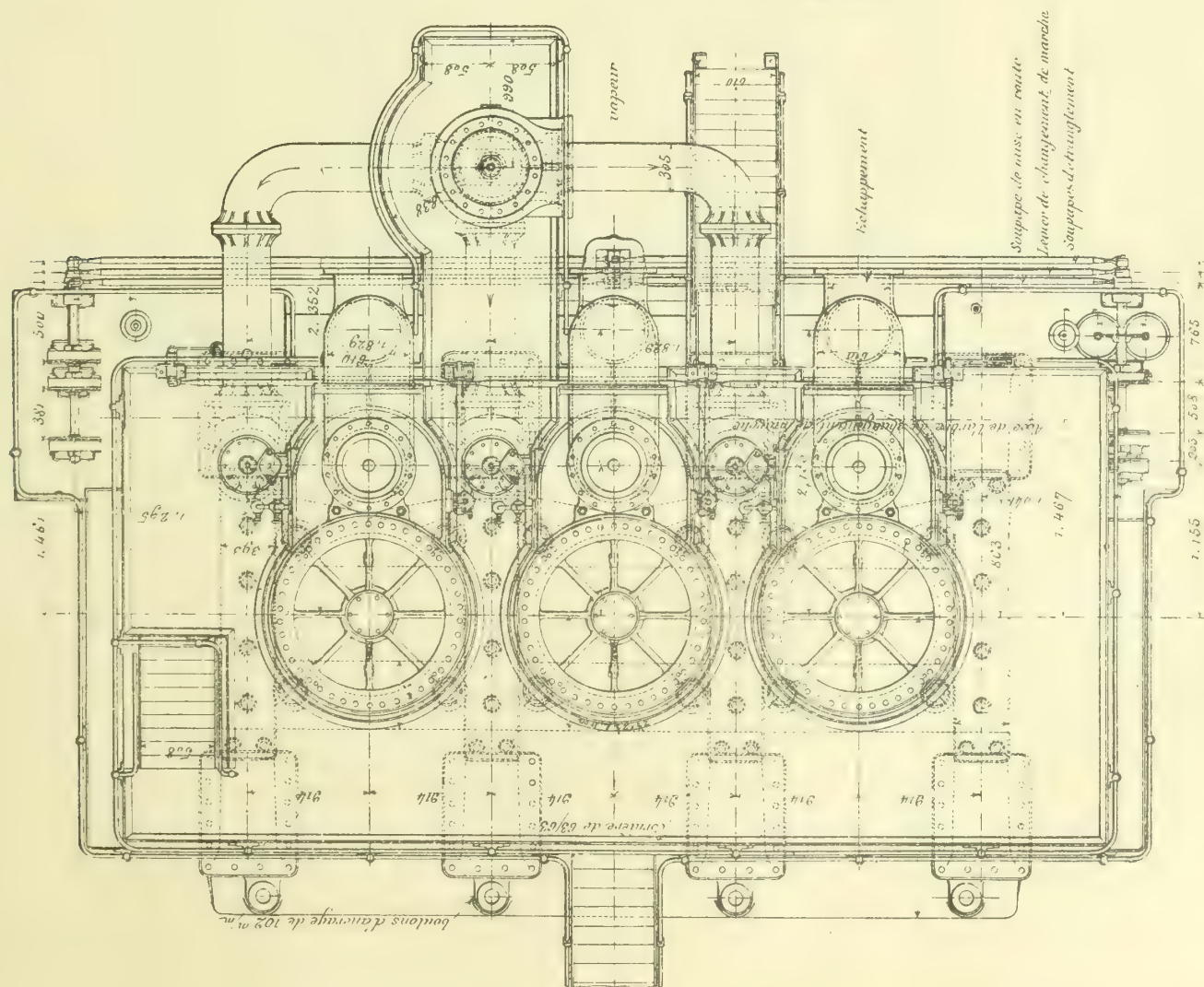
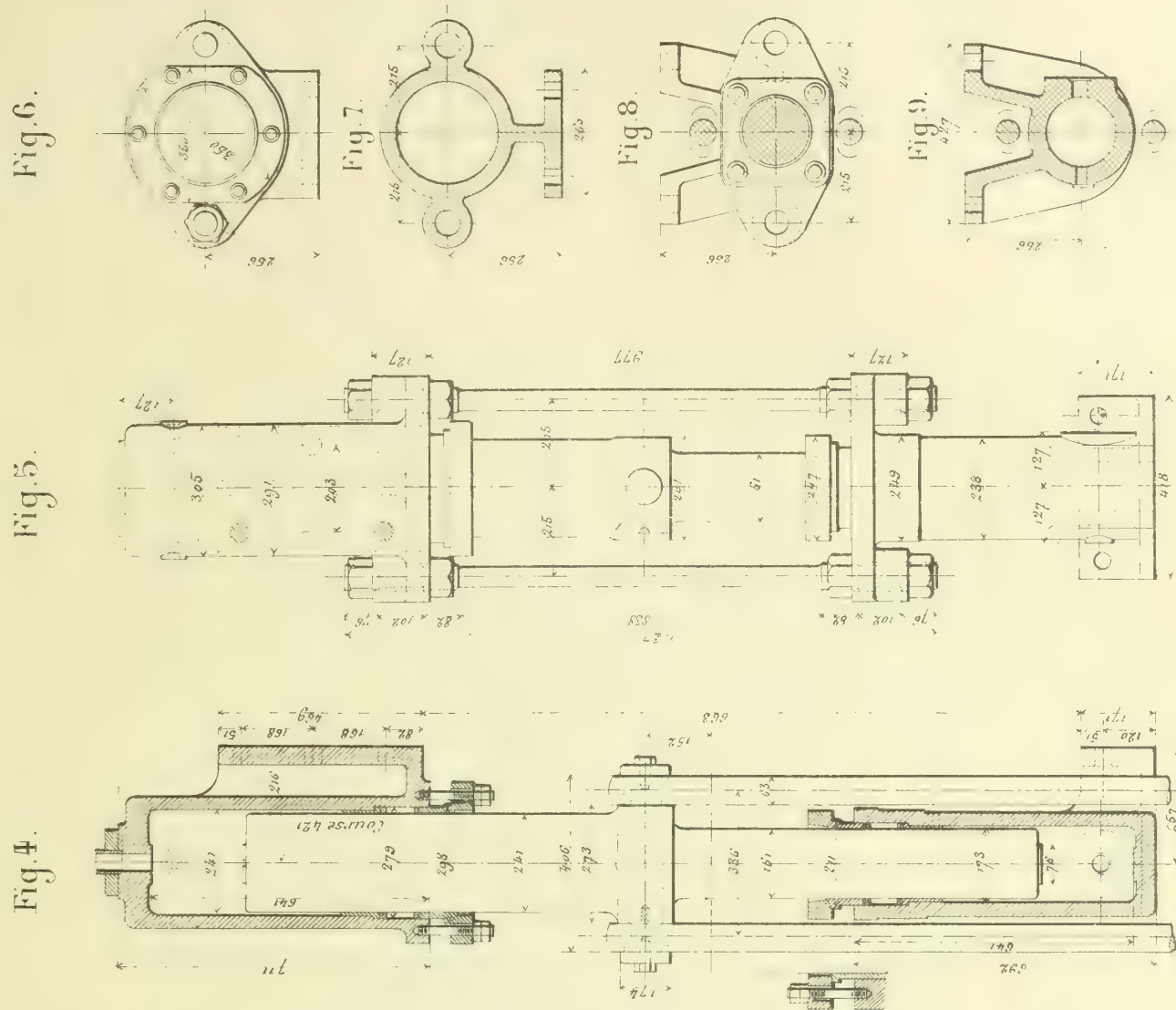


Fig. 4 à 9. Détails du piston hydraulique de marche



pois; autrement dit, le diamètre de la partie supérieure de ce piston est un peu plus fort que celui de la partie inférieure.

Cette timonerie est du reste entièrement constituée par des leviers articulés sans aucun guidage plan, aussi, les frottements, causes d'usure, y sont-ils réduits au minimum. Elle ne comporte aucun excentrique; la tige du piston entraîne avec elle un levier dont l'autre extrémité est articulée à une bielle de suspension. En un point de ce levier, situé entre ses deux points d'attache et de suspension, s'articule un deuxième levier, auquel est reliée directement la bielle de commande de la soupape et dont l'extrémité est rattachée par l'intermédiaire d'un cadre de suspension aux extrémités et d'un dernier levier double. L'axe de celui-ci est mobile dans des paliers fixés au bâti de la machine, et c'est sa position qui détermine celle du centre de rotation du cadre, auquel est relié le levier de commande de la bielle de la soupape; elle détermine, par suite, le sens et l'amplitude du mouvement du point d'attache de cette bielle, quand la tige du piston se déplace, le taux d'admission de la vapeur dans les cylindres de la machine et aussi le sens de marche de celle-ci. Le déplacement de ce dernier levier est obtenu au moyen d'un piston hydraulique monté sur un des supports en A, représenté en détail sur les fig. 4 à 9 (pl. XIV), et dont le tiroir de distribution est commandé par un des leviers du double jeu de leviers placés à chaque extrémité de la machine (levier de changement de marche).

On peut encore régler le travail fourni par la machine au moyen d'un deuxième levier qui, placé à côté du précédent, commande simultanément les soupapes d'étranglement de la vapeur de chacun des trois cylindres, qui ont chacune 305 millimètres de diamètre, et qui sont solidarisées entre elles par une bielle d'accouplement. Cette commande se fait par l'intermédiaire d'un relais à vapeur, constitué par un piston, dont la valve d'admission est manœuvrée par le levier susdit et dont la tige est articulée avec la manivelle actionnant cette bielle d'accouplement.

La valve de mise en route, servant également d'ailleurs à étrangler la vapeur, a 457 millimètres de diamètre; elle est manœuvrée par un piston hydraulique placé au-dessus d'elle, commandée par un troisième levier, voisin de ceux de changement de marche et d'étranglement, et aussi par l'intermédiaire d'un mécanisme de sûreté automatique représenté schématiquement dans la figure 5. Cet appareil de sûreté ferme immédiatement cette soupape d'admission lorsque la vitesse de la machine dépasse une certaine limite en supprimant la

pression hydraulique qui la maintient ouverte; il empêche par conséquent tout emballement de la machine.

A cet effet, l'arbre de la machine porte à son extrémité ou sur un collier fixé sur lui, une masse pesante, mobile autour d'un pivot sous l'action de la force centrifuge, et maintenue par un puissant ressort dans une position telle que, tant que la vitesse ne dépasse pas la limite prévue, elle ne fasse pas saillie sur cet arbre, contre lequel vient s'appuyer, sous l'action d'un contrepoids, un levier A. Sur ce dernier est posée une tige B, rattachée à un deuxième levier, fermant ou ouvrant une soupape d'échappement, intercalée sur le tuyau d'amenée de l'eau sous pression au piston de la soupape de mise en route. Tant que tout l'ensemble de ces organes reste dans la position, représentée dans la figure 5, et correspondant à une vitesse normale ou inférieure à celle-ci, la soupape d'échappement reste fermée, mais dès

que cette vitesse devient trop forte, la masse pesante déclenche le levier A qui laisse retomber la tige B. La soupape d'échappement s'ouvre alors en supprimant la pression hydraulique sur le piston de commande de la soupape de mise en route, laquelle se ferme aussitôt sous l'action du poids qui la charge; la machine s'arrête aussitôt.

Pour la remettre en route, il n'y a qu'à replacer le levier A et la tige B qui, en fermant la soupape de décharge, rétablit cette pression sous l'action de laquelle la soupape se rouvrira immédiatement. Cet appareil de sûreté qui donne un arrêt presque instantané de la machine en cas d'accident tendant à la faire emballer, permet aussi de la remettre en route sans aucune difficulté dès que la cause de mauvais fonctionnement a été écartée.

Les figures 6 à 9 donnent des séries de diagrammes obtenus avec un des cylindres de cette machine pour des taux d'admission divers et correspondant, pour chaque paire de diagrammes, aux faces supérieure et inférieure du piston.

La figure 6 est relative à une admis-

sion de vapeur pendant les trois quarts de la course, la figure 7 à une admission d'un quart, la figure 8 à celle d'un huitième, enfin, la figure 9, correspondant à la marche à vide, montre combien sont relativement faibles les pertes de travail dues aux frottements et aux forces passives.

On peut remarquer, sur tous ces diagrammes, que jamais il n'y a travail négatif ni compression exagérée, et cela malgré des différences de charge énormes et des durées d'admission très différentes.

F. H.

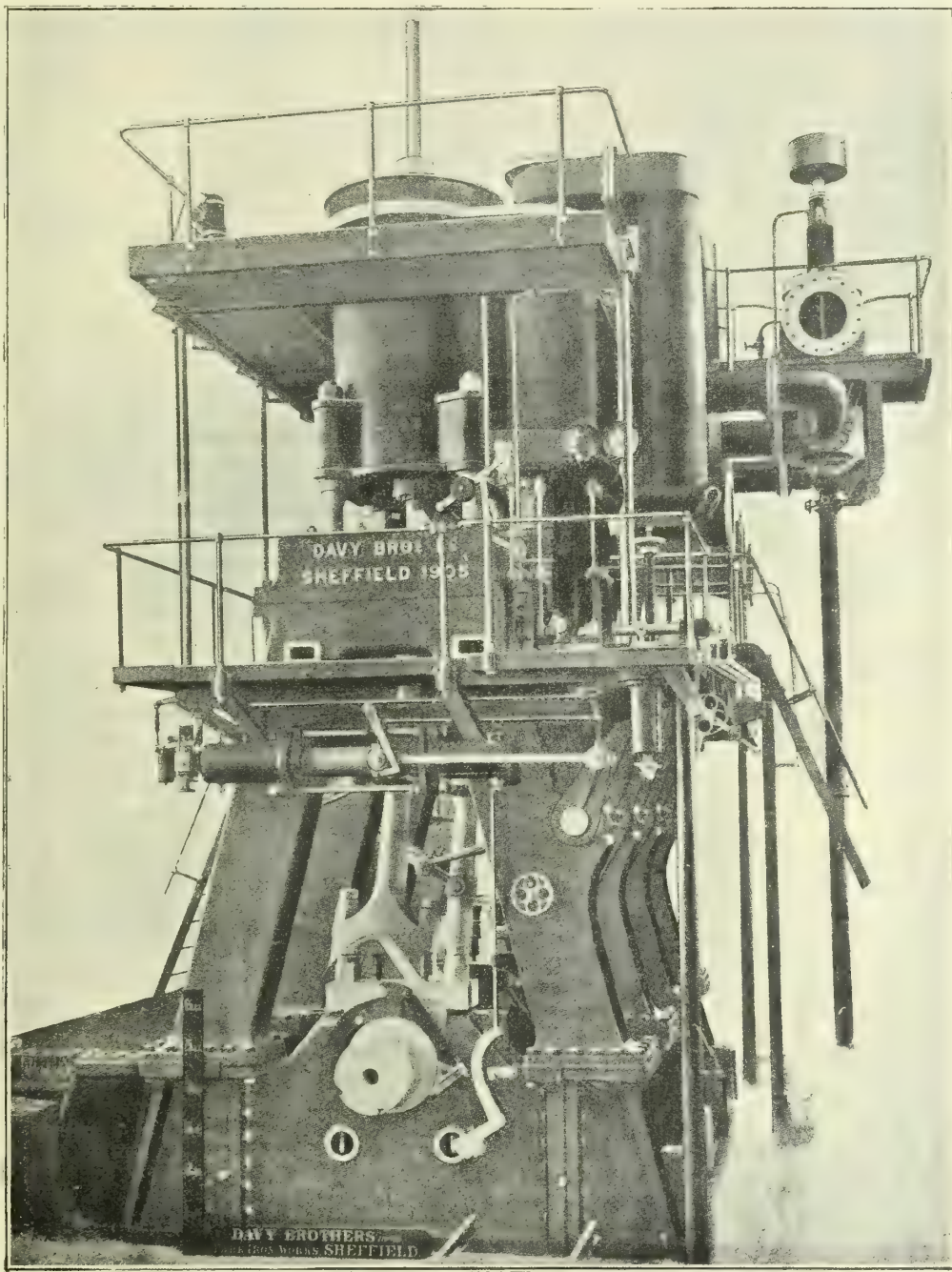


FIG. 10. — MACHINE A VAPEUR POUR LAMINOIR DE 16000 CHEVAUX.

MÉTALLURGIE

CONGRÈS DE LA MÉTALLURGIE

tenu à Liège, du 24 juin au 1^{er} juillet 1905.

Le *Génie Civil* a déjà signalé (1) que le Congrès des Mines, de la Métallurgie, de la Mécanique et de la Géologie appliquées, qui s'est tenu à Liège, du 25 juin au 1^{er} juillet, a eu un succès considérable; il avait, en effet, rassemblé 1600 congressistes, parmi lesquels les savants et industriels les plus connus de Belgique, de France, d'Allemagne, d'Angleterre, etc.

Nous allons rendre ici compte de la Section de Métallurgie.

Les communications écrites ou orales qui ont été présentées à cette section peuvent être divisées en cinq catégories, à savoir :

1^o Celles qui ont trait aux opérations de la grosse sidérurgie; ce sont les principales: elles ont trait à la préparation des minerais et du coke, à l'épuration des gaz de hauts fourneaux, à la fabrication de la fonte, à l'utilisation des laitiers, à la fabrication de l'acier;

2^o Celles ayant trait à des fabrications spéciales de la sidérurgie, aciers spéciaux, électrometallurgie;

3^o Celles touchant le traitement des produits sidérurgiques, traitements thermiques (trempe, notamment) ou traitement mécanique (particulièrement le laminage);

4^o Celles relatives à la métallographie;

5^o Celles décrivant des opérations qui n'ont qu'un rapport assez éloigné avec la métallurgie comme, par exemple, la soudure des métaux.

UTILISATION DES CHARBONS PAUVRES EN MATIÈRES AGGLUTINANTES. —

M. H. HENNEBUTTE, Directeur de la Société anonyme des Combustibles industriels à Haine-Saint-Paul, expose comment il est arrivé à fabriquer du coke avec des houilles demi-grasses ou maigres.

Il a démontré que le pouvoir collant d'une houille est fonction de la quantité d'hydrate de carbone qu'elle contient. Le procédé de M. Hennebute consiste à ajouter à la houille, qui n'est pas assez collante, un produit dont la composition est tenue secrète, mais qui est un hydrate de carbone.

Il faut noter que le charbon employé doit avoir du retrait.

La matière ajoutée, que l'auteur appelle ciment, peut être utilisée, soit sous forme soluble, soit sous forme insoluble. A 97 % de houille, on ajoute 3 % de ciment. Cette méthode est entrée dans la réalisation industrielle: il ressort des renseignements donnés par les directeurs des grandes usines environnantes, Cockerill, Ougrée, etc., qu'il donne les meilleurs résultats. Il permet, avec des houilles de 12 à 15 % de matières volatiles, d'obtenir du coke métallurgique dense, qui, tout en étant poreux, présente une résistance à l'écrasement qui atteint 130 kilogr. par centimètre carré. C'est assurément un procédé du plus haut intérêt.

FOUR A GRILLAGE CERMAK-SPIREK. — M. Vincent SPIREK, Ingénieur aux Mines du Siele, décrit un four à grillage de son invention dont les caractéristiques sont les suivantes. Des trémies sont constituées par des briques spéciales formant parois inclinées; le minerai glisse sur ces parois et vient se rassembler au sommet de la trémie suivante, les rangées de tuiles d'un étage étant disposées de manière que leur sommet corresponde à l'axe de la partie creuse formée par les rangées de l'étage supérieur; dans l'espace vide circulent les gaz qui grillent le minerai et chauffent les parois. De cette façon, le minerai est exposé à l'action de l'oxygène et de la chaleur sur une surface assez grande et sous l'épaisseur réduite de 6 centimètres environ. Ce four est actuellement appliqué au grillage du sulfure de mercure, de la calamine, de la blende et des minerais mixtes.

Le même Ingénieur décrit un appareil de chargement sans fumée dont la description ne saurait trouver place ici.

ÉPURATION DES GAZ DE HAUTS FOURNEAUX. — M. E. BIAN, Directeur des Hauts Fourneaux de Dommeldange et des Forges d'Eich (Luxembourg), présente un très intéressant mémoire sur l'épuration des gaz de hauts fourneaux; il commence par rappeler que chaque tonne de fonte produite donne environ 5 000 mètres cubes de gaz ayant un pouvoir calorifique qui varie de 800 à 1 000 calories. On vit bientôt la nécessité d'épurer le gaz avant de l'utiliser; on proposa successivement plusieurs modes d'épuration: Belani (1876) recommande la voie humide; Hahn (1897) propose un appareil comprenant une chambre où a lieu l'injection d'eau, un condenseur permettant une injection d'eau sous pression, et un séparateur d'eau; on utilise ensuite les appareils des usines à gaz, puis Theisen crée son épurateur centrifuge; enfin arrive la découverte du ventilateur épurateur avec injection d'eau par les ouïes.

M. Bian décrit ensuite l'appareil qu'il a imaginé; cet appareil (fig. 1) est exposé dans la section luxembourgeoise et fonctionne dans certaines usines des environs de Liège, notamment à Ougrée. L'idée fondamentale sur laquelle on s'est appuyé est de faire des épurations succes-

sives: une première épuration doit permettre aux gaz de ne plus être nuisibles aux appareils Cowpers ni aux chaudières; pour cela, il faut arriver à n'avoir que 0^{sr} 5 de poussière par mètre cube de gaz (au lieu de 10 grammes contenus en moyenne dans les gaz initiaux); la seconde épuration devra faire tomber la quantité de cette poussière à 0^{sr} 02 pour le gaz destiné aux moteurs.

Pour atteindre cet effet, M. Bian propose d'utiliser un appareil constitué par une carcasse métallique à l'intérieur de laquelle tourne un arbre horizontal muni d'une série de disques verticaux formés par un treillis métallique et plongeant jusqu'à la moitié de leur hauteur dans de l'eau qui se renouvelle continuellement. Le gaz se refroidit et se

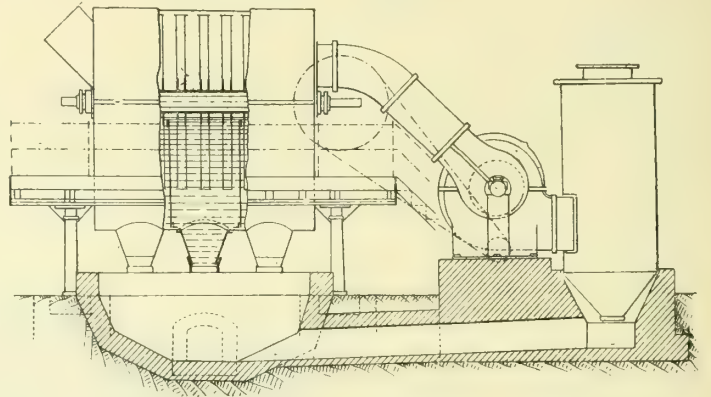


Fig. 1. — Épurateur refroidisseur des gaz de haut fourneau, système Bian.

charge de vapeur d'eau, mais lorsque la température du gaz est suffisamment abaissée, les treillis forment surface de condensation et la vapeur d'eau contenue passe à l'état liquide.

Les poussières sont en même temps précipitées. On arrive ainsi à avoir une teneur maximum en poussière de 0^{sr} 5 par mètre cube de gaz. Pour continuer l'opération, il faut, d'après M. Bian, employer un second ventilateur suivi d'un séparateur d'eau et d'une série de filtres à la laine de laitier ou un appareil Theisen.

A Ougrée, nous avons pu voir l'un de ces appareils en fonctionnement; sa mise en marche a été faite récemment; il donne des résultats satisfaisants.

M. le professeur VON EHRENWERTH, de Leoben, propose de faire passer les gaz de hauts fourneaux sur du charbon porté au rouge, de façon à transformer l'acide carbonique contenu en oxyde de carbone. Le même auteur propose la centrifugation pour épurer les gaz de hauts fourneaux et enlever l'acide carbonique. Nous avons fait remarquer qu'il y a déjà quelques années nous avons assisté à des essais très concluants qui furent faits sur le gaz pauvre; on arrivait à séparer complètement l'hydrogène sulfuré et l'acide carbonique; d'autres expériences ont dû être faites en vue de la séparation, plus difficile évidemment, de l'oxygène et de l'azote, mais nous n'en avons pas su les résultats. M. H. Le Chatelier et M. Fouché pensent que la séparation ne peut avoir lieu que si le mélange n'est pas homogène.

DE L'INFLUENCE DE LA DESSICCATION DU VENT SUR LA MARCHE DU HAUT FOURNEAU. — Cette question, qui a été très clairement exposée dans le dernier numéro du *Génie Civil* (1), est certainement l'une de celles qui passionnent actuellement le plus les métallurgistes; elle a été présentée au Congrès par M. LODIN, professeur à l'École des Mines de Paris, qui a discuté les chiffres de M. Gayley, en s'appuyant particulièrement sur un récent mémoire de M. Johnson.

Le rapport de M. Lodin n'a apporté aucun fait bien nouveau; mais il n'en a pas été de même de la discussion qui a suivi cet exposé.

M. H. Le Chatelier, vice-président de la Section, a montré le rôle néfaste que joue la vapeur d'eau au point de vue de la fixation du soufre dans la fonte.

On sait que l'hypothèse émise par ce savant est la suivante: l'emploi de l'air sec transformerait le soufre en anhydride sulfureux qui serait totalement absorbé par la chaux et ceci avant d'atteindre les régions supérieures du haut fourneau où le fer en éponge peut absorber les gaz; tout le soufre passerait donc dans le laitier.

Dans le cas de l'air humide, il se forme de l'hydrogène sulfuré que peut absorber le fer; en un mot, la vapeur d'eau serait le véhicule du soufre.

M. Magery, président d'honneur du Congrès et ancien directeur des usines de la Rothe-Erde, a visité l'installation de M. Gayley, a vu les livres de fabrication et croit que les résultats sont exacts.

Il pense que l'emploi de l'air sec amènera une grande régularité dans la marche du haut fourneau, résultat déjà des plus importants pour le consommateur de fonte liquide.

La note la plus intéressante a été donnée par M. Divary, Ingénieur chef de service des hauts fourneaux du Creusot, qui a montré, par des

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 40, p. 168.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 43, p. 214.

chiffres extraordinairement précis, le rapport étroit qui existe entre l'état hygrométrique de l'air et l'économie de coke, question que les Établissements Schneider et C^{ie} travaillent depuis 1901.

Le tableau suivant, présenté par M. Divary, reproduit, pour l'année 1904, la moyenne de la marche d'un haut fourneau pour fonte Thomas, le réglage du haut fourneaux étant fait, d'après M. Le Chatelier, pour que la teneur de la fonte en soufre soit maintenue constante et la température moyenne du vent étant de 750 degrés, avec un écart de ± 50 degrés; ce tableau donne le nombre de grammes d'eau contenue par mètre cube d'air soufflé, la consommation supplémentaire de coke et la production journalière du fourneau.

MOIS DE L'ANNÉE 1904	EAU PAR MÈTRE CUBE D'AIR	CONSUMMATION SUPPLÉMENTAIRE de coke	PRODUCTION JOURNALIÈRE
	Grammes	Kilogrammes	Tonnes
Janvier	6,3	0 (base)	90
Février	6,6	10	88
Mars	7,6	13	87
Avril	7,8	17	81
Mai	10,0	56	78
Juin	11,7	103	75
Juillet	13,6	133	70
Août	12,0	90	76
Septembre	9,3	55	90
Octobre	8,0	28	86
Novembre	7,6	25	88
Décembre	7,0	27	89

Ce tableau montre l'économie que l'on aurait pu réaliser en utilisant de l'air sec et l'augmentation de production qui s'en serait suivie.

Ces chiffres confirment ceux qui ont été avancés par M. Gayley; de plus, si on rapporte la quantité d'eau introduite au kilogramme d'air soufflé, on constate que l'augmentation de consommation de coke par tonne de fonte est la même au Creusot qu'au haut fourneau de M. Gayley pour une diminution d'humidité de 1 gramme d'eau par kilogramme d'air sec.

Les Établissements Schneider s'étaient proposé de faire aussi une installation frigorifique; les prix faits par plusieurs constructeurs de machines à glace et d'autres préoccupations ne permirent pas de poursuivre ce programme. Il est probable cependant que nous pourrions voir d'ici peu, en Europe, des installations utilisant le principe de M. Gayley, une usine française, une aciérie belge, une autre allemande devant monter incessamment les appareils nécessaires pour l'appliquer.

LAIERS DE HAUT FOURNEAU. — Les laitiers de haut fourneau ont fait l'objet de deux importantes communications: l'une du docteur H. WEDDING, le professeur bien connu de l'Académie des Mines de Berlin, l'autre de M. C. DE SCHWARZ, de Liège.

M. le professeur Wedding a étudié spécialement l'emploi du laitier de haut fourneau à la fabrication du mortier hydraulique.

Après avoir rappelé sommairement l'histoire du ciment ordinaire, ainsi que les diverses tentatives faites en vue d'utiliser les laitiers, matière très encombrante, le savant rapporteur décrit la fabrication du ciment Portland de laitier. A sa sortie du haut fourneau, le laitier est entraîné par un courant d'eau qui le granule; il est ensuite élevé au trommel dessécheur, qui élève la température à environ 120 degrés; on ajoute au laitier granulé du calcaire et on broie. La farine ainsi obtenue est ensuite malaxée avec 8 à 10 % d'eau et 2 % de chaux cuite. On moule enfin la pâte ainsi obtenue.

La composition du produit final doit être telle qu'à 15 % de silice correspondent 51 % de chaux. La teneur en argile doit être d'environ 6 %, la teneur en manganèse ne doit pas dépasser 0,2 %. Les briques obtenues sont ensuite placées dans le four à fritter. M. Wedding compare ensuite le ciment Portland de laitier au ciment Portland ordinaire; il ne trouve pas de différence sensible au point de vue de la composition chimique; les essais mécaniques donnent sur les deux matières des résultats qui sont entièrement comparables. Il termine son intéressant rapport en étudiant les différentes théories émises pour expliquer les propriétés de ces produits et conclut: « On peut prédire que la possibilité de transformer une très notable partie des scories de haut fourneau en un produit utile fera faire à l'industrie de la fonte un progrès sérieux et dégrèvera d'une charge importante le prix de revient de la fonte de moulage ⁽¹⁾ qui est la plus chère. »

M. de Schwarz étudie en détail les perfectionnements apportés à la fabrication des ciments de laitier et le développement de leur emploi; il passe successivement en revue le procédé von Forell qui consiste dans l'emploi d'un four rotatif avec foyer à poussier de charbon,

le procédé Passow qui utilise l'air comprimé pour granuler le laitier à sa sortie du haut fourneau, le procédé Wolff et Lessing et le procédé Grau qui emploie un jet de vapeur surchauffée pour transformer le laitier à la sortie du haut fourneau.

L'appareil Passow, employé pour la granulation à l'air et construit par MM. Fellner et Ziegler, de Francfort-sur-le-Mein, est représenté schématiquement sur la figure 2. La rigole *a* amène le laitier liquide qui s'écoule sur le cône étagé creux *b*, alimenté en air par l'arbre creux *c*; cet air s'échappe par les orifices *d*. L'enveloppe *m* est double

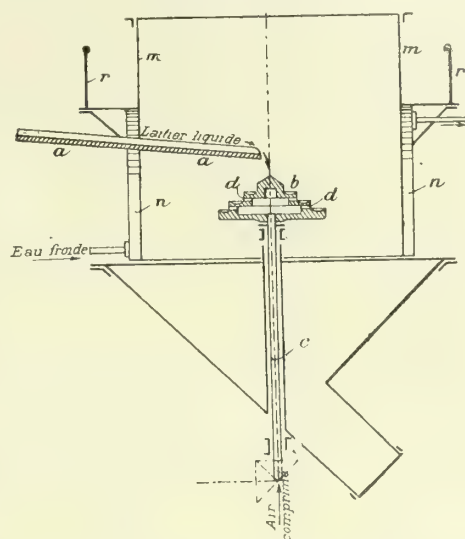


FIG. 2. — Schéma de l'appareil à granuler le laitier par le procédé Passow.

même point sur un tambour horizontal *b*, muni de cornières *c*, qui est refroidi intérieurement et animé d'un mouvement de rotation rapide; ce mouvement a pour effet de pulvériser le mélange et de le projeter pulvérisé dans un réservoir situé derrière le tambour.

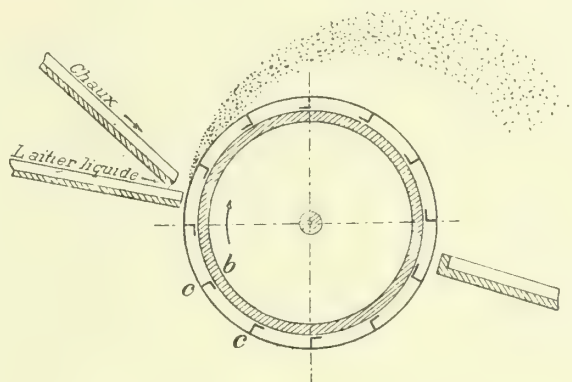


FIG. 3. — Schéma de l'appareil à granuler le laitier par le procédé Wolff et Lessing.

FABRICATION DE L'ACIER. — M. ACKER, Ingénieur à la Société Cockerill, présente un très intéressant mémoire dans lequel il passe rapidement en revue et critique les nouveaux procédés de fabrication d'acier sur sole; nous étudierons son mémoire avec quelques détails. L'auteur fait d'abord ressortir que les nouveaux procédés n'ont pour but que de remédier au plus gros inconvénient du four Martin qui est de ne donner du métal qu'à intervalles éloignés et en grandes quantités à la fois, ce qui contrarie une alimentation régulière des laminoirs et est très préjudiciable.

Le procédé au minerai est un perfectionnement de l'ancien « ore process ». Il consiste à charger simultanément du minerai et de la fonte liquide; la décarburation est très rapide: au bout de cinq heures, y compris le chargement, on peut couler 25 à 30 tonnes d'acier; avec cinq fours de 25 à 30 tonnes, on peut produire 500 tonnes environ par vingt-quatre heures et alimenter régulièrement les laminoirs. Avec ce procédé, on arrive couramment, assure l'auteur, à une consommation de 200 kilogr. de charbon par tonne d'acier obtenu, y compris les rallumages et les mises à feu.

Cette méthode a été utilisée pour la première fois à Donawitz en 1893; on l'emploie surtout en Silésie et en Pologne, c'est-à-dire dans les pays possédant des minerais trop riches en phosphore pour faire de l'acier Bessemer et n'en contenant pas assez pour faire du Thomas. M. Ackers, qui a pu étudier ce procédé à l'usine de Jurjewka (Donetz), entre dans des détails très intéressants que nous ne pouvons reproduire ici.

(1) Il faut noter, en effet, que l'on ne peut pas utiliser les scories de fonte blanche: elles renferment trop de manganèse.

Le procédé Bertrand Thiel est basé, comme l'on sait, sur l'emploi de deux fours : on met la fonte liquide en présence avec du minerai, mais en quantité moindre qu'il n'en faut pour oxyder tous les corps étrangers qu'elle contient; la réaction est alors très rapide; ceci se passe dans le four préparateur.

Ayant enlevé le laitier formé dans cette première opération, on coule le métal dans un second four, four finisseur, et on le met en présence d'une nouvelle quantité de minerai qui agit très rapidement.

La déphosphoration se fera surtout dans le premier four, où la chaleur est moins élevée que dans le second; ce sera le contraire pour la décarburation. Monté à Kladno (Bohême) en 1894, ce procédé permet, en utilisant une fonte à 1,40 % de phosphore, de produire 60 à 70 tonnes par vingt-quatre heures. Les usines de Hoesch, qui ont monté récemment ce procédé, en sont très satisfaites.

Le procédé Duplex est utilisé pour traiter des fontes dont la teneur en silicium est trop élevée pour permettre leur emploi dans les procédés basiques et qui ne peuvent être employés au Bessemer à cause de leur teneur en phosphore. On affine la fonte dans un convertisseur acide et on achève au Martin. Ce procédé exige donc une double installation, convertisseurs et fours à sole.

Le procédé Talbot, dont la caractéristique est la présence constante dans le four d'une quantité considérable de métal en fusion qui régularise et favorise les opérations, consiste à affiner une première charge comme dans le procédé à la fonte liquide et à enlever du four 25 à 35 % du métal, lorsqu'on a atteint un degré de décarburation suffisant; le métal coulé est immédiatement remplacé par de la fonte liquide et l'on ajoute des battitures et du minerai pour parfaire l'affinage. On utilise des fours oscillants Wellmann, qui ont environ 100 tonnes de capacité et dont le coût est d'environ 500 000 francs. Le procédé a été appliqué pour la première fois aux usines de Pencoyd; il existe maintenant à l'usine de Frodingham et à Cardiff (four de 165 tonnes). M. Acker ajoute que le procédé Talbot convient quand on a en vue l'obtention d'un acier ne dépassant pas 50 kilogr. de résistance; il ne peut concurrencer le Thomas que lorsque la teneur en phosphore n'est pas suffisante pour la marche en basique. A Cardiff, on a réduit la consommation de charbon à 210 kilogr. par tonne d'acier.

M. Surzycki, chef des aciéries de Czentochau, a imaginé de mettre en œuvre le procédé Talbot dans un four fixe, afin de diminuer le coût du matériel. Il utilise un four Martin d'une capacité de 30 tonnes, qui possède deux trous de coulée à des hauteurs différentes; le supérieur ne sert qu'aux coulées partielles, l'inférieur n'est débouché qu'à la fin de la semaine. L'essai est trop récent pour que l'on puisse savoir si l'on diminue nettement la consommation de charbon.

Comme conclusion de cette très intéressante étude, M. Acker montre que, quel que soit le four ou le procédé utilisé, l'alimentation doit avoir lieu en fonte liquide; pour le choix du procédé, il faut avant tout tenir compte de la nature du minerai, c'est-à-dire de la fonte dont on peut disposer et de la qualité de l'acier que l'on désire préparer; quand on se trouve en présence de minerais ne contenant pas trop de phosphore, on emploiera le procédé de la fonte liquide; pour des minerais contenant plus de phosphore, mais moins de 1,8 %, le procédé Bertrand-Thiel pourra être essayé; enfin, quand on veut obtenir des aciers doux, les procédés Talbot et Surzycki donneront de bons résultats.

MOYENS D'EMPÊCHER LA RETASSURE DES LINGOTS D'ACIER. — M. DAELÉN, de Dusseldorf, a envoyé un mémoire dans lequel il passe en revue les différents moyens d'empêcher la retassure des lingots : la presse Withworth; le procédé Harmet, le chauffage de la partie supérieure du lingot (four Selstrom, procédé Riemer). En terminant, M. Daelén décrit un procédé qu'il a étudié avec M. Riemer pour éviter les porosités et les pailles des petits lingots : le principe est de couler dans une lingotière qui descend avec le lingot, de telle sorte que l'entrée de l'acier reste toujours très proche de la sortie de la poche. Les résultats obtenus ne sont pas encore assez nombreux pour qu'on puisse conclure favorablement, et la description donnée du procédé n'est ni complète, ni claire.

ACIERS SPÉCIAUX. — M. P. DELVILLE, Ingénieur à la Société anonyme des Aciéries d'Angleur, à Tilleur, examine l'influence du titane sur les fontes et aciers; il rappelle d'abord les essais qui ont été faits pour déterminer sous quel état se trouve le titane dans les fontes; puis il parle de la fabrication des ferrotitane soit au four électrique, soit par aluminothermie; il étudie l'influence du titane sur les propriétés des aciers en rappelant les expériences que nous avons faites.

Mais la partie réellement intéressante de ce mémoire réside dans l'étude de l'application de l'aluminothermie à l'introduction du titane dans les bains métalliques. On prépare par ce moyen un ferrotitane à 20-25 % de titane qui se mélange facilement au bain; on a préparé aussi des alliages manganèse-titane à 30-35 % de titane. Actuellement on prépare le titane dans le bain même, au moyen de boîtes renfermant le mélange 23 % TiO_2 , 45 % oxyde de fer, 25 % aluminium et 7 %

de gangue, qui donne par kilogramme 500 grammes de ferrotitane à environ 20-25 % de titane.

On utilise un kilogramme de mélange par tonne de bain métallique.

L'effet est de diminuer considérablement les soufflures, et l'influence, dit M. Delville, a lieu surtout par voie chimique, réduction des oxydes dissous, élimination de l'azote, etc.

M. H. Le Chatelier fait remarquer l'importance du traitement des aciers par le titane, étant donnés les résultats auxquels est arrivé M. Braune, résultats que nous avons exposés dernièrement dans le *Génie Civil* (1). M. H. Le Chatelier insiste sur les résultats obtenus et donne les deux principaux faits acquis, et qui semblent très concluants; nous les reproduisons en détail :

Avec un acier extra-doux ayant pour composition :

C = 0,060; Si = 0,010; Mn = 0,060; S = 0,005; Ph = 0,050, auquel on a fait absorber des quantités croissantes d'azote, pour une teneur de 0,070 à 0,080 % d'azote, on observe une discontinuité dans l'allongement qui, pour une teneur en azote un peu supérieure, devient extrêmement faible, pour ne pas dire nulle.

Avec un acier ayant pour composition :

C = 1,45; Si = 0,20; Mn = 0,45; S = 0,012; Ph = 0,025, et qui a subi des traitements analogues, on a trouvé que la ténacité augmente d'abord avec la teneur en azote (il en est ainsi dans l'acier extra-doux) tandis que l'allongement diminue, puis brusquement, entre 0,030 et 0,035 % d'azote l'allongement devient sensiblement nul et le métal est très fragile.

Pour un acier renfermant 0,500 % de carbone, et par conséquent, intermédiaire entre les deux nuances étudiées, on trouve que les allongements disparaissent quand la proportion d'azote varie de 0,040 à 0,045 %.

Si les teneurs en azote de 0,060 % sont très rares dans les produits industriels, celles de 0,030 à 0,040 % sont assez fréquentes.

Il faudrait donc chercher dans l'azote la raison de la plus grande facilité avec laquelle les aciers durs acquièrent de la fragilité.

Les congressistes, dont un certain nombre n'était pas encore au courant des travaux de M. Braune, ont été vivement frappés par l'exposé si précis qu'en a fait M. Le Chatelier.

M. LÉON GUILLET, sur la demande du Comité d'organisation du Congrès, communique un résumé de ses recherches sur les aciers spéciaux en indiquant les principales caractéristiques des aciers industriels. Le *Génie Civil* a reproduit quelques-unes de ces études (2).

Nous ne donnerons ici que les conclusions générales auxquelles nous sommes arrivés pour les aciers ternaires.

1^o Essais de classification des aciers spéciaux. — Il nous semble que, d'après nos recherches, les aciers spéciaux peuvent être classés comme suit :

Première classe. — Le métal incorporé abaisse les points de transformation du fer. On a alors trois groupes :

Aciers perlitiques;
Aciers martensitiques;
Aciers à fer α .

C'est le cas du nickel et du manganèse.

Deuxième classe. — Le métal incorporé abaisse les points de transformation du fer, et, de plus, il est susceptible de donner naissance à un carbure double lorsqu'il se trouve en assez grande quantité. On a trois groupes :

Aciers perlitiques;
Aciers martensitiques;
Aciers à carbure double.

C'est le cas du chrome.

Troisième classe. — Le métal incorporé est susceptible de donner naissance à un carbure. On a alors deux groupes :

Aciers perlitiques;
Aciers à carbure double.

C'est le cas du tungstène, du molybdène, et du vanadium.

Quatrième classe. — Le produit incorporé précipite le carbone à l'état de graphite. On a deux groupes :

Aciers à carbure combiné;
Aciers à graphite.

C'est le cas du silicium.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 6, p. 95.

(2) Voir le *Génie Civil* :

Aciers au nickel, t. XLIII, n° 4, 2, 3 et 9;
Aciers au manganèse, t. XLIII, n° 17 et 18;
Aciers au chrome, t. XLIV, n° 18 et 19;
Aciers au tungstène, t. XLV, n° 4 et 2;
Aciers au molybdène, t. XLV, n° 45;
Aciers au titane et à l'étain, t. XLV, n° 20;
Aciers au vanadium, t. XLVI, n° 10 et 11.

Cinquième classe. — Le métal incorporé se dissout dans le fer.

Tous les aciers sont perlitiques.

C'est le cas (du moins dans les limites où nous les avons étudiés) des aciers au cobalt, au titane et à l'étain.

2° Renseignements donnés par la micrographie au point de vue des propriétés mécaniques. — On peut tirer un grand parti de l'étude micrographique d'un acier spécial.

Nous tâcherons de le prouver en quelques mots.

1° Si l'acier est perlitique, ses propriétés mécaniques dépendent de l'élément qui peut être soit en dissolution dans le fer, soit dans la perlite (exemple : l'acier à l'étain perlitique est impossible à utiliser).

Il faudra donc faire des essais mécaniques pour connaître la qualité d'un tel acier ;

2° Parmi les aciers martensitiques, peu doivent être utilisés dans la construction ; ils sont, en effet, assez fragiles et très difficiles à travailler ;

3° Quant aux aciers polyédriques, ils seraient assurés d'un brillant avenir industriel si leur prix de revient n'était pas si élevé.

De par ce fait, leur utilisation ne peut avoir lieu que dans les cas spéciaux. Encore faut-il tenir compte de leur basse limite élastique ;

4° Parmi les aciers à carbure double, les aciers au tungstène et au molybdène semblent avoir d'importants débouchés par la propriété qu'ils possèdent d'être très durs après trempe ; leur emploi comme aciers à outils s'est généralisé complètement. Les aciers au vanadium ont un grand intérêt et méritent d'être examinés très attentivement pour certains emplois courants ;

5° Enfin les aciers à graphite ne peuvent trouver aucun débouché.

Fig. 4. — Influence sur la charge de rupture.

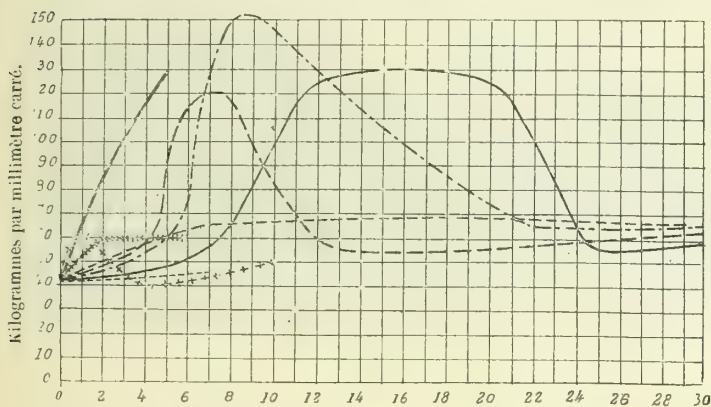


Fig. 5. — Influence sur la dureté.

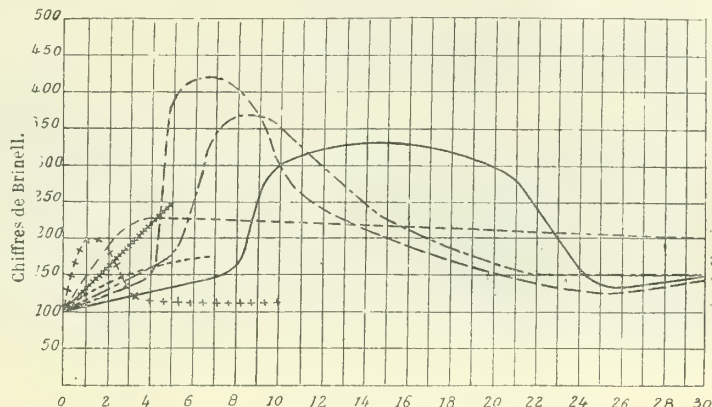
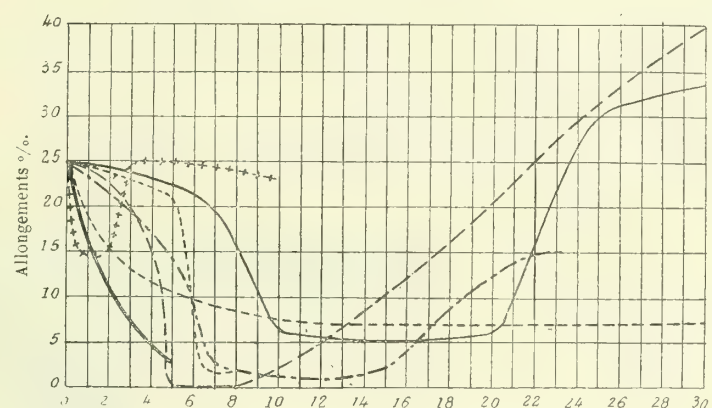
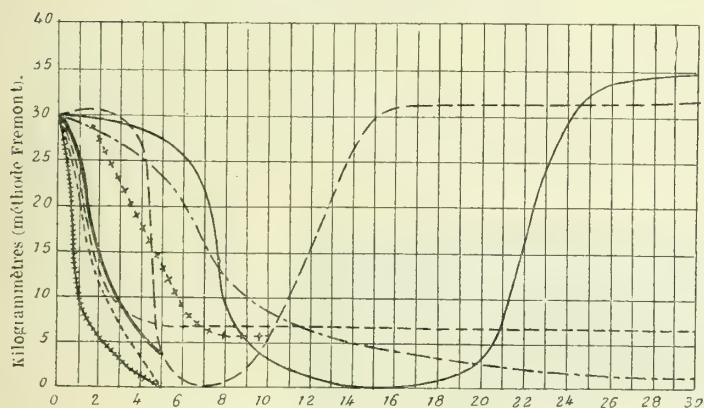


Fig. 6. — Influence sur les allongements %.



Légende des diagrammes { — Nickel — Chrome — Molybdène — Aluminium
— Manganèse — Tungstène + + + + Vanadium + + + + + Silicium

Fig. 4 à 7. — Diagrammes montrant l'effet du pourcentage de l'élément influençant sur les propriétés mécaniques des aciers ternaires à 0,200 C.

2° Si l'acier est martensitique, on devra conclure de suite que :

- α) Il est à haute charge de rupture, haute limite élastique, faibles allongements, basses strictions ;
- β) Il est plus ou moins fragile ;
- γ) Il est dur et difficile à travailler ;

3° Si l'acier est polyédrique, on peut déduire de sa microstructure que :

- α) Il a une limite élastique plutôt basse, de très beaux allongements ;
- β) Il est extrêmement résistant au choc ;
- γ) Il peut être plus ou moins dur, suivant les produits en solution dans les fers γ ;

4° Si l'acier accuse, à la structure, un carbure, on peut distinguer :

- α) Un acier au chrome : grains très ronds ;
- β) Un acier au tungstène, ou au molybdène : filaments fins ;
- γ) Un acier au vanadium : grains volumineux et généralement triangulaires. En se reportant aux propriétés mécaniques indiquées pour ces aciers, on saura quelles conclusions prendre ;

5° Si l'acier renferme du graphite, on peut déclarer qu'il est extrêmement fragile, que ses allongements et ses strictions sont nuls.

3° Utilisation des différents aciers ternaires. — 1° Parmi les aciers perlitiques, un certain nombre peuvent et doivent être employés à la place des aciers au carbone. C'est le cas surtout des aciers au nickel, ce doit l'être jusqu'à un certain point pour les aciers au manganèse ;

En vue des applications pratiques, nous avons résumé sous forme de graphiques, dans les figures 4 à 7, les propriétés mécaniques principales des aciers ternaires spéciaux les plus importants, en donnant les chiffres relatifs à chacune de ces propriétés en fonction de la teneur en élément influençant.

ÉLECTROMÉTALLURGIE. — Cette question si intéressante de la fabrication de l'acier au four électrique a été traitée par M. R. PITAVAL, Ingénieur civil des Mines, et par M. G. GIN.

De la communication de M. Pitaval, on doit retenir que les usines Jacob Holtzer, à Unieux, font construire un four électrique d'affinage de 1000 kilowatts, pouvant couler 7000 à 8000 kilogr. à la fois.

M. Gin a montré l'intérêt que présente son four électrique et préconisé surtout l'emploi d'un procédé duplex, qui utiliserait un convertisseur et son four électrique.

M. Henry Le Chatelier montre l'importance de la question électro-sidérurgique et résume brièvement, avec précision et clarté, les résultats obtenus. M. Saladin rappelle, en quelques mots, l'étude d'un four spécial faite au Creusot. On a, après cette discussion, l'impression très nette que la fabrication de l'acier au four électrique est entrée dans la phase de réalisation industrielle, du moins pour les aciers extra-fins.

LÉON GUILLET,
Docteur ès Sciences,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

(A suivre.)

TRAVAUX PUBLICS

RENVERSEMENT DU PONT TOURNANT DU PORTAGE LAKE
entre Houghton et Hancock (États-Unis).

L'une des voies commerciales les plus importantes par lesquelles se fait le trafic de la région du Lac Supérieur, longe la presqu'île de Kewenaw où se trouvent les gisements de cuivre natif bien connus et traverse le bras est du Portage Lake sur les deux rives duquel se trouvent les deux villes de Houghton et de Hancock. Ces deux villes

La crapaudine du pivot (fig. 3 et 4) était une pièce en fonte dont le soubassement, à nervures de 28 millimètres d'épaisseur, était encasté dans la maçonnerie et y était en outre fixé par huit boulons de 32 millimètres. Ces huit boulons furent cisailés au ras de la maçonnerie et la crapaudine arrachée et entraînée sur une distance de 2 mètres environ; puis, la sorte de bride à nervures, qui forme le soubassement, se brisa suivant la ligne indiquée sur la figure 4. La position initiale de ce support est exactement celle qu'occupe sur la figure 2, vers la droite, le personnage debout et isolé.

La figure 1, prise sur la rive Hancock avec la ville de Houghton à l'arrière-plan, montre le tablier renversé reposant par le côté sur le coffrage de la pile.

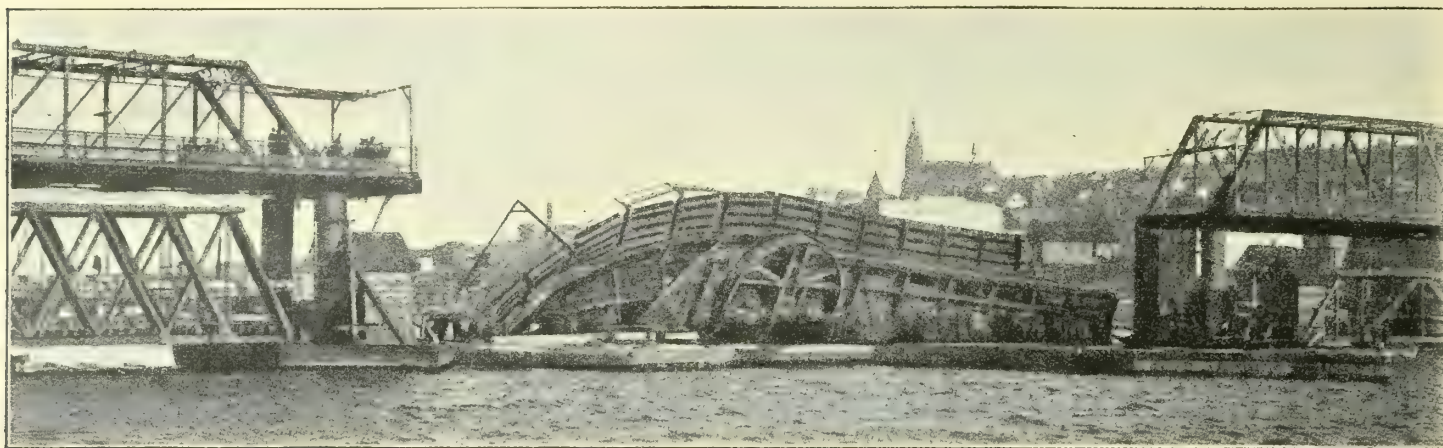


Fig. 1. — Vue du pont renversé par le choc d'un steamer.

ayant entre elles des relations très étroites, on a profité de la nécessité de construire un pont devant les réunir pour y faire passer non seulement les voies du Copper Range Railway et du Duluth South Shore and Atlantic Railway (étage inférieur) mais encore pour y adjoindre un étage supérieur réservé aux piétons, aux attelages et à une ligne de tramways électriques à double voie.

Le pont comporte un tablier tournant d'une longueur totale de 48^m 75 à pivot central, laissant lorsqu'il est ouvert deux passes navigables qui ont respectivement 18^m 90 et 19^m 50 de largeur. Le trafic par ces passes est également considérable; il consiste principalement en fers, charbons, bois de charpente, grains et cuivre.

Le tablier tournant de ce pont a été détruit d'une façon assez curieuse à la suite d'un accident dont nous empruntons la relation à l'*Engineering News*, du 1^{er} juin.

Le 15 avril dernier, un steamer était sur le point de franchir la passe du côté Hancock; par suite d'une fausse interprétation des signaux échangés avec le gardien du pont, il vint heurter violemment le tablier mobile, l'entraîner et le renverser avant que le gardien ait eu le temps, voyant l'accident inévitable, d'ouvrir complètement le pont.

La partie du tablier touchée par le steamer au moment du choc est indiquée sur la figure 2 par une croix blanche placée en bas, un peu vers la gauche. Les figures 1 et 2 montrent quel était le genre de construction qui avait été adopté pour ce pont.

La pile centrale, sur laquelle reposait le tablier tournant, est un massif octogonal en maçonnerie de béton de 8 mètres de largeur; cette pile est entourée par un coffrage en bois de plus de 60 mètres de longueur qui la protège contre les chocs et qui est muni d'un avant-bec en amont.

La façon dont on a essayé de rétablir la circulation sur terre et sur eau n'est pas moins curieuse et donne une idée de la promptitude des Américains à adopter les solutions les plus simples et les plus rapides.

On essaya tout d'abord un pont flottant provisoire sur chalands. Entre la pile centrale et chacune des piles voisines, on amarra deux chalands sur lesquels on établit une charpente en bois devant supporter les voies ferrées. Malheureusement, d'un côté, le tablier renversé gênait la mise en place de la plate-forme de cette voie provisoire, qui

était légèrement en porte à faux sur l'avant des chalands. On procéda prudemment aux essais: tout d'abord des wagons chargés passèrent sans accident, mais une locomotive et son tender, qui suivirent, enfoncèrent les chalands et coulèrent avec eux. Ce procédé fut abandonné et on installa un transbordement par remorqueurs et gros chalands constituant de véritables ferryboats: chaque chaland transportait trois wagons. Un service de bateaux à vapeur fut établi entre les deux villes de Hancock et Houghton pour le transport des voyageurs.

La chute du tablier tournant avait également interrompu la navigation et il était essentiel de la rétablir aussi promptement que possible.

Cette opération a été faite par la Compagnie Wisconsin Bridge and Iron; les travaux ont été extrêmement rapides: l'accident s'était produit un samedi, les opérations commencèrent le mardi suivant et six jours après, la passe du côté Houghton était libre. Voici comment ces travaux furent conduits.

On amena une grue sur la pile extrême de la partie fixe du pont; cette grue servit d'abord à empêcher le tablier renversé de s'enfoncer plus profondément et ensuite à enlever ce tablier après qu'il eut été soulagé et que les rivets des encastresments eurent été coupés. Une

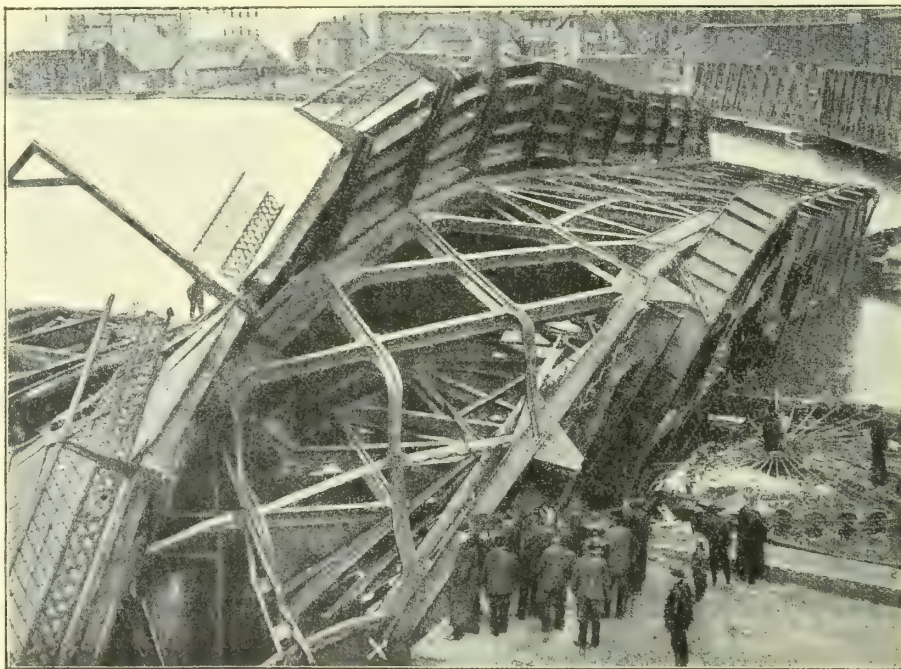


Fig. 2. — Vue du pont renversé montrant l'entraînement du pivot.

petite grue roulante, installée sur une voie provisoire disposée sur des chaland, servait à l'enlèvement des pièces que l'on détachait.

La passe située du côté Hancock fut plus difficile à dégager ; le même procédé fut cependant employé, mais comme c'était l'extrémité du tablier de cette partie qui avait reçu le choc du steamer, l'affaissement était plus grand et de plus, toutes les pièces étant brisées ou tordues, elles étaient beaucoup plus difficiles et plus longues à démonter.

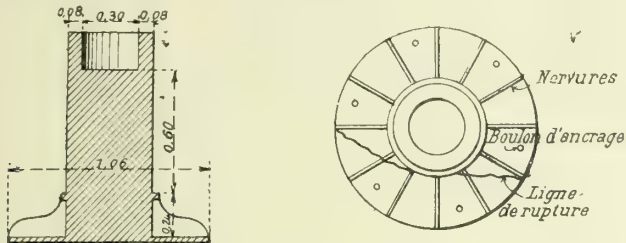


FIG. 3 et 4. — Coupe et plan de la crapaudine du pont tournant.

Le pont du Portage Lake est la propriété de plusieurs Compagnies ; à la suite d'une réunion de ses propriétaires et des Ingénieurs de l'État, il a été décidé que l'ouvrage serait entièrement reconstruit sur de nouveaux plans ; on profitera de cette occasion pour élargir les deux passes de façon à éviter le retour d'accidents du genre de celui que nous venons de rapporter.

SCIENCES

JUMELLES STÉRÉO-PRISMATIQUES

La création des jumelles à prismes remonte à plus d'un demi-siècle, mais elles ne sont réellement connues que depuis quelques années, les progrès réalisés dans la fabrication des verres d'optique et dans l'outillage de précision ayant permis enfin de vaincre les difficultés que présentait la construction courante de ces instruments, à cause des qualités de clarté, de netteté, et de précision dans le montage et le réglage qu'ils exigent.

Pour faire ressortir le principe de construction et les avantages des jumelles à prismes, nous comparerons brièvement leurs propriétés avec celles des lunettes employées antérieurement et qui peuvent se classer en deux types :

- La lunette de Galilée (jumelles de théâtre et jumelles marines) ;
- La lunette terrestre (jumelles longue-vue).

Lunette de Galilée. — Cette lunette se compose (fig. 1) d'un objectif convergent O et d'un oculaire divergent O' placé entre l'objectif et

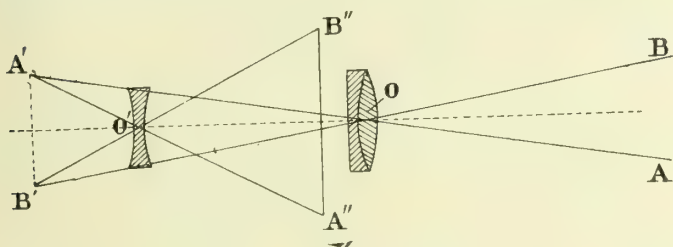


FIG. 1. — Lunette de Galilée.

l'image A'B' que celui-ci tend à former : l'oculaire interceptant les rayons lumineux qui produiraient cette image réelle et renversée, modifie leur trajet et lui substitue une image virtuelle A''B'', plus grande et droite. Les propriétés de cette lunette sont :

Une clarté remarquable, résultant de ce que le diamètre des objectifs doit être tenu très grand par rapport à leur longueur focale, si l'on ne veut pas que le champ soit très petit ;

Un volume assez restreint, au moins pour les grossissements faibles, parce que la longueur totale de l'instrument est égale à la différence des longueurs focales de l'objectif et de l'oculaire.

Par contre son champ est restreint et d'autant moins étendu, non seulement en valeur absolue, mais encore en valeur relative par rapport au grossissement, que ce dernier est plus considérable. Dans cette lunette, en effet, le champ apparent, c'est-à-dire la dimension angulaire de l'image totale perçue par l'œil, est sensiblement égal à l'angle sous lequel le diamètre de l'objectif est vu du centre optique de l'oculaire. Or, si l'on veut réaliser une correction satisfaisante des aberrations, cette ouverture de l'objectif ne peut dépasser sensiblement le quart de la longueur focale.

De plus, sous un volume portatif, la puissance de la lunette de Galilée est faible, la longueur focale de l'oculaire ne pouvant guère

descendre au-dessous de la longueur de 30 millimètres sans qu'il se produise des aberrations nuisant à la netteté des images.

En supposant l'ouverture de l'objectif égale au quart de sa focale et la focale de l'oculaire égale à 30 millimètres, les caractéristiques des jumelles de Galilée de différentes puissances seront les suivantes :

Grossissement	3	5	7
Longueur focale de l'objectif. mm	90	150	220
Diamètre de l'objectif . . . mm	25 à 30	40 à 50	50 à 60
Champ	$1/3^{\circ}$ à $1/10^{\circ}$ ou 140 à 100 millièmes	$1/15^{\circ}$ à $1/4^{\circ}$ ou 75 à 65 millièmes	$1/22^{\circ}$ à $1/35^{\circ}$ ou 45 à 30 millièmes
Longueur de l'instrument. . mm	60	120	190

Enfin, aucune image réelle ne se produisant dans la lunette de Galilée, il est impossible d'y adapter un micromètre.

Lunette terrestre. — Cet instrument comporte (fig. 2) un objectif convergent O donnant des objets extérieurs une image réelle et renversée A' B'. Contrairement à ce qui se passe dans la lunette de Galilée,

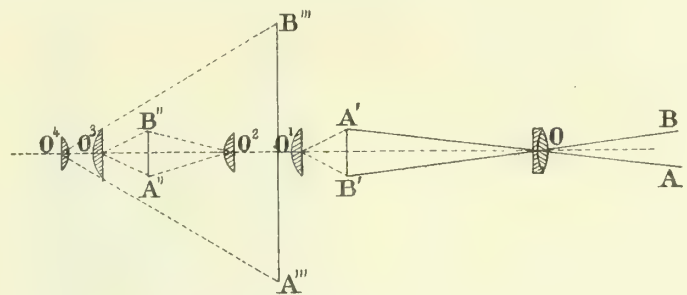


FIG. 2. — Longue-vue à oculaire terrestre.

cette image se forme réellement ; les faisceaux lumineux qui la produisent rencontrent ensuite un groupe de deux lentilles convergentes O¹ O², appelé *véhicule* ou système redresseur, qui donne de cette première image A' B' une seconde image A'' B'' redressée.

Cette seconde image se produit aussi réellement et les rayons qui la forment rencontrent enfin un oculaire convergent, composé de deux lentilles O³ O⁴, qui lui substitue une image virtuelle agrandie et redressée comme la précédente. La longueur totale de l'instrument se compose donc :

- De la longueur focale de l'objectif ;
- De la distance qui sépare la première image de la seconde ;
- De la longueur focale de l'oculaire.

Dans ces conditions, une faible longueur de la lunette ne peut être obtenue que si chacune de ces trois parties est elle-même très courte. L'objectif, en particulier, s'il a une faible longueur focale, aura aussi une faible ouverture dont la conséquence sera une clarté médiocre des images.

Le champ ne dépendra que de l'ouverture de l'oculaire et pourra par conséquent être plus étendu que celui des lunettes de Galilée, puisque l'oculaire, étant placé près de l'œil, sera vu de celui-ci sous un angle plus grand que l'objectif d'une lunette de Galilée qui en est forcément éloigné. Le champ apparent dans les lunettes terrestres de type normal est d'environ 40 degrés ; dans ces conditions, les champs correspondant aux trois valeurs du grossissement des types de jumelles de Galilée, dont les caractéristiques ont été données plus haut, seraient :

Grossissement.	Champ.
3	$\frac{1}{4,5}$ ou 220 millièmes,
5	$\frac{1}{7,5}$ ou 130 millièmes,
7	$\frac{1}{10,5}$ ou 93 millièmes.

La puissance des lunettes terrestres n'est d'ailleurs pas limitée ; mais l'augmentation de la puissance est toujours obtenue, pour une longueur déterminée de l'instrument, au détriment de la clarté.

La lunette terrestre, comportant deux foyers réels, peut être munie d'un micromètre, que l'on placera soit dans le plan de l'image A' B', soit dans le plan de l'image A'' B''.

Lunette à prismes. — Si l'on place en arrière d'un objectif convergent un système de prismes imposant à la lumière des réflexions combinées de manière à produire le redressement de l'image réelle donnée par l'objectif, ce redressement n'exigera aucune augmentation de longueur, contrairement à ce qui se passe lorsqu'on redresse l'image au moyen du véhicule de la lunette terrestre.

Bien plus, ces réflexions, brisant le trajet des rayons lumineux, pourront permettre de replier ce trajet sur lui-même et la distance entre l'objectif et son image focale pourra être beaucoup plus petite

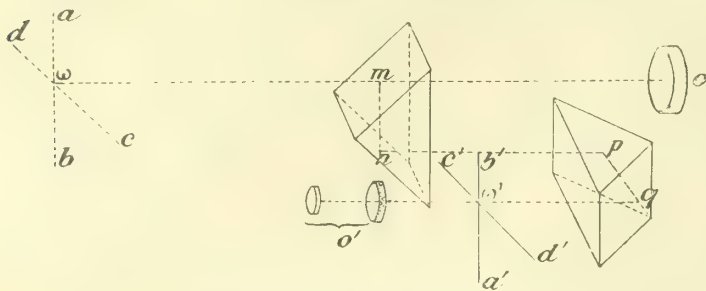


Fig. 3. — Lunette à prismes.

que la longueur focale. La combinaison employée se compose (fig. 3) de deux prismes isocèles à double réflexion totale, dont l'angle au sommet est droit. Ces prismes sont placés l'un en face de l'autre de manière à avoir leurs arêtes perpendiculaires. L'image *abcd*, que donnerait l'objectif *o* si les prismes n'existaient pas, est transportée par les prismes en *a'b'c'd'* et en même temps retournée de 180 degrés autour de son centre *ω*.

Cette image est ensuite regardée à l'aide d'un oculaire positif *o'* du type Ramsden.

On obtient ainsi une lunette ayant tous les avantages de champ et de puissance de la lunette terrestre, sans présenter une longueur exagérée. On conçoit donc qu'il sera possible d'obtenir sous un petit volume un grossissement déterminé avec un objectif de long foyer et de grande ouverture, et, par suite, de grande clarté.

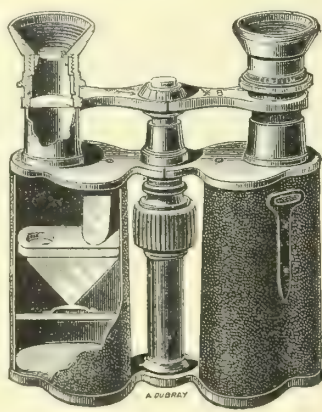


Fig. 4.
Jumelle stéréo-prismatique.

La présence d'un foyer réel permettra d'ailleurs l'addition d'un micromètre aux lunettes à prismes.

Les avantages de ces instruments sont donc, en résumé : puissance considérable; volume très restreint; clarté parfaite; champ très étendu.

Ces lunettes sont construites par la maison H. Morin, qui s'est acquise une réputation méritée dans la fabrication des instruments de précision.

JURISPRUDENCE

LES CATALOGUES OU ALBUMS INDUSTRIELS

Il n'est pas très rare qu'entre commerçants et industriels on ait la tentation mauvaise de copier les catalogues ou albums publiés par des maisons concurrentes.

S'il est suffisamment caractérisé, ce fait peut être considéré comme un élément constitutif de concurrence déloyale et exposer à des dommages-intérêts.

Mais cela peut-il constituer le délit de contrefaçon, dans les termes de la loi des 19-24 juillet 1793 sur la propriété littéraire et artistique et des articles 425 à 427 du Code pénal ?

L'affirmative a été nettement posée dans un arrêt de la Cour de Paris, du 12 juin 1885 (*Sirey*, 1888, 2-20), et dans un arrêt de la Cour de Nancy, du 18 avril 1893 (*Sirey*, 1893, 2-255).

C'est qu'en effet la loi de 1793, qui garantit aux auteurs la propriété de leurs écrits, ne fait aucune distinction à raison de la valeur plus ou moins grande de leurs œuvres, ni de leur nature ou de leur objet.

On doit considérer comme production de l'esprit, rentrant sous la protection de la loi, toute œuvre qui a nécessité un travail de l'intelligence. Peu importe que l'écrit soit destiné à être vendu, pour faire valoir de belles inspirations de l'esprit, ou qu'il soit seulement distribué gratuitement et comme accessoire d'un produit industriel qu'il sert à faire connaître : la généralité de la loi embrasse tous les cas.

Le droit de propriété, dont il s'agit dans la loi de 1793, ne concerne pas exclusivement les créations entièrement originales ; il s'étend également à celles dont les éléments, bien qu'empruntés au domaine public, ont été choisis avec discernement, disposés dans un

ordre spécial, et appropriés avec intelligence à un usage plus ou moins général, quelle que soit, d'ailleurs, la nature de cet usage.

Telle est précisément la manière d'être particulière de la plupart des catalogues industriels ou commerciaux, alors surtout qu'ils sont illustrés.

Sans doute, ces catalogues, albums et dessins sont conçus dans un but purement industriel et commercial, que manifestent bien la description et le prix qu'ils contiennent des différents objets en vente ; ils ne font certainement pas partie, à proprement parler, des œuvres scientifiques, littéraires ou artistiques, produits de l'esprit ou du génie ; mais ils n'en dénotent pas moins, de la part de leur auteur, une conception de l'intelligence, un labeur véritable, en un mot, une création susceptible d'être l'objet d'une propriété privée.

Ces conditions suffisent pour que les catalogues ou albums des maisons de commerce et d'industrie soient protégés contre la contrefaçon. Et il s'ensuit que la copie servile qui en serait faite, exposerait le contrefacteur non seulement à des dommages-intérêts pour la réparation du préjudice causé, mais encore à l'amende correctionnelle, qui est la sanction pénale des atteintes portées au droit de propriété en ces matières. Cette sanction peut encore être complétée par la confiscation des écrits contrefaits, ainsi que de leurs planches, moules ou matrices, et par des insertions du jugement dans les journaux.

Louis RACHOU,
Docteur en droit,
Avocat à la Cour d'appel de Paris.

VARIÉTÉS

Sur l'emploi de l'air sec dans les hauts fourneaux.

M. Gayley fait ressortir, avec raison, comme principal avantage de l'emploi du vent asséché dans les hauts fourneaux, la régularité d'allure qui en résulte. L'économie de coke en est la conséquence (1). C'est l'opinion que j'ai déjà exprimée (2) : « the use of the dried air blast assures a regularity of working and a saving of coke » (3). Je suis donc de l'avis de M. Gayley et je vais même au delà en admettant que la régularité d'allure, à elle seule ou ne comportant qu'une faible économie de combustible comme conséquence (ce qui doit être le cas pour nos hauts fourneaux de l'ancien continent), doit encore justifier l'emploi de l'air sec. Mais mon objection à son adoption dans les conditions exposées par M. Gayley reste sans changement : « it remains to discover a means of doing this under conditions less complex and onerous than those of M. Gayley » (4). Autrement dit : il faut que le jeu paye la chandelle.

M. Gayley a paru, en effet, mal inspiré quand il nous a dit qu'il ne pouvait pas élever la température de l'air normal soufflé aux hauts fourneaux d'Isabella au delà de 380 à 400 degrés centigrades parce qu'il y manquait d'appareils pour le chauffer. Mais avec la somme considérable qu'il a dépensée à l'installation de ses appareils frigorifiques, c'est-à-dire dans un essai un peu risqué, il aurait pu aisément en doubler le nombre. C'est par là que tout autre aurait commencé, attendu que c'était le moyen le plus pratique qui se présentait d'obtenir immédiatement une économie dans la consommation du combustible. Est-ce que la haute température du vent soufflé serait considérée par M. Gayley comme un obstacle pour obtenir une fonte à moins de 1 % de Si, 9,05 de S, 1,50 à 2 de Mn et 0,80 à 2 % de Ph ? Peut-être. Mais c'est dans des conditions assez économiques qu'on la fabrique telle, en Angleterre, en Allemagne, en France et ailleurs avec du vent soufflé à 800 degrés centigrades et au delà.

Je l'ai dit et je le répète : placé dans des conditions identiques, M. Gayley n'aurait certainement pas eu à nous signaler une économie de 200 kilogr. de coke obtenue par la substitution de l'air asséché à de l'air normal. C'est ce chiffre fatidique jeté à ses auditeurs et à ses lecteurs qui a été la cause de leur stupéfaction et l'occasion de ces multiples controverses dont la plupart manquent absolument d'intérêt pratique. Trop de chiffres accumulés, trop d'arguments théoriques viennent obscurcir la question au lieu de l'éclairer, et, de l'avantage le plus réel, le moins contestable qu'elle comporte, qui est la régularité d'allure, ou plutôt la diminution de ses variations, il en est à peine fait mention (5).

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 5, p. 74, n° 6, p. 92, n° 14, p. 173, et t. XLVII, n° 13, p. 244.

(2) Meeting de New-York. *Journal of the Iron and Steel Institute*. Résumé de ma participation à la discussion par correspondance du mémoire de M. Gayley, présenté au meeting de l'Iron and Steel Institute, tenu en mai, à Londres.

(3) L'emploi du vent sec assure la régularité de marche et une économie de coke.

(4) Il reste à trouver le moyen de le faire, dans des conditions moins complexes et moins coûteuses que ne l'a fait M. Gayley.

(5) M. Magory, Président d'honneur du Congrès de Liège est l'un des rares métallurgistes qui aient affirmé nettement cette opinion. Voir sa communication faite au Congrès de la Métallurgie, dans le présent numéro, page 228. N. B. L. B.

En fait, l'air étant amené à un degré hygrométrique à peu près constant, on a la possibilité d'introduire au haut fourneau, sous un même volume d'air, un poids invariable d'eau en un temps donné. Dès lors, les zones des différentes réactions ne sont plus déplacées comme elles le sont constamment avec de l'air normal dont le degré hygrométrique varie quelquefois d'une heure à l'autre.

La zone où s'opère la cémentation du minerai par la décomposition de 2CO en CO_2 et C , qui est la réaction la plus importante de celles qui se passent dans le haut fourneau par l'économie de combustible qu'elle comporte, ainsi que l'ont établi Sir Lowthian Bell et Gruner, cette zone se trouve notablement augmentée par la diminution de la quantité d'eau; la preuve en est dans l'abaissement très marqué de la température des gaz qui s'échappent du gueulard, comme on l'a bien constaté à Isabella.

En résumé, pour avoir une idée juste du bénéfice qui peut résulter de l'emploi de l'air asséché dans les hauts fourneaux du Vieux-Monde, soumis à un régime tout autre qu'aux États-Unis, il faudra en faire l'essai en le substituant à l'air normal *sans rien changer aux conditions de pression et surtout de température* dans lesquelles on le souffle en général, c'est-à-dire la température ne variant que de 750 à 850 degrés (1).

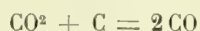
Le rôle que joue la vapeur d'eau contenue dans l'air normal soufflé, au point de vue du soufre, démontré par les savantes expériences de M. H. Le Chatelier, est un facteur important à l'appui de l'emploi de l'air sec; mais celui que joue sa dissociation en absorbant de la chaleur aux tuyères pour la restituer à un niveau où elle détermine des accrochages, ne doit pas être considéré, ainsi que je l'ai déjà dit, comme un facteur négligeable.

A. POURCEL.

Influence de la dessiccation sur la réduction de l'acide carbonique par le charbon.

Cette question qui se rattache étroitement à celle de la dessiccation du vent des hauts fourneaux a fait l'objet de recherches de la part de M. O. Boudouard; le résultat qu'elles ont donné est rapporté dans une communication présentée par M. Troost, à l'Académie des Sciences, dans la séance du 24 juillet 1905. Étant donnée son importance, nous reproduisons ci-après *in extenso* cette communication :

J'ai montré précédemment l'influence de la vapeur d'eau dans les phénomènes de réduction des oxydes de fer (2) : les gaz réducteurs, à l'état sec, ont une action plus énergique qu'à l'état humide; la différence, importante aux basses températures, devient nulle vers 1000 degrés. Mais l'oxyde de carbone qui entre en réaction dans le haut fourneau résulte de l'action du carbone sur l'acide carbonique, et l'on peut penser que l'action plus énergique des gaz secs provient de ce que la réaction :



est d'autant plus active que les gaz sont moins chargés de vapeur

d'eau; il n'en est rien, comme le montrent les expériences suivantes :

L'acide carbonique, obtenu par action de l'acide chlorhydrique sur le marbre, desséché par l'acide sulfurique (laveur et tube à ponce) ou chargé d'humidité par barbotage dans l'eau à la température du laboratoire, traverse une colonne de charbon de 33 centimètres de longueur et 2^m 2 de diamètre. Le tube de porcelaine contenant le charbon est chauffé électriquement, et la température est repérée à l'aide d'un couple thermo-électrique placé extérieurement à ce tube. Le charbon employé est du charbon de bois traité par le chlore, lavé à l'eau bouillante et séché; il est en morceaux de 0^m 5 environ.

A sa sortie du tube de porcelaine, le mélange gazeux traverse successivement : 1° un tube à ponce sulfurique pour absorber la vapeur d'eau; 2° des tubes absorbants à potasse et à chaux sodée pour absorber l'acide carbonique non décomposé; 3° un tube desséchant; 4° une colonne d'oxyde de cuivre portée au rouge pour réoxyder l'oxyde de carbone et l'hydrogène; 5° un tube à ponce sulfurique pour absorber l'eau provenant de l'hydrogène; 6° des tubes absorbants à potasse et chaux sodée pour absorber l'acide carbonique provenant de l'oxyde de carbone. Des pesées avant et après expérience permettent de déterminer les quantités d'acide carbonique décomposé et non décomposé.

Températures, — degrés.	Vitesses à l'heure. — cm ³	CO ₂ décomposé CO ₂ total	
		Gaz sec.	Gaz humide.
650	1 950	»	0,8
650	1 325	»	0,8
650	1 275	0,6	»
800	2 350	»	11,9
800	1 370	»	12,7
800	1 350	8,7	»
800	1 050	8,1	»
850	2 200	»	29,0
850	1 150	25,2	»
900	2 150	52,3	»
900	3 200	»	51,4
900	2 500	»	52,6
1000	2 250	»	92,1
1000	1 700	93,6	»

S'il y a une légère différence à 800 degrés, elle s'atténue rapidement, et à 1000 degrés, que les gaz soient secs ou humides, l'action de l'acide carbonique sur le charbon est identique; dans les conditions de mes expériences, la vitesse du courant gazeux semble sans effet sensible sur le résultat. L'action plus énergique des gaz réducteurs secs ne provient donc pas d'une proportion plus grande d'oxyde de carbone dans le mélange gazeux, mais bien d'une différence d'état hygrométrique.

Pont-route sur la Sprée, à Oberschöneweide, près Berlin.

Les localités d'Oberschöneweide et Niederschöneweide, dans la banlieue de Berlin, sont aujourd'hui réunies par un pont à trois travées,

supérieurs se raccordant sur les piles avec les arcs inférieurs des petites travées, qui servent de contrepoids.

Le profil en long de la chaussée présente la forme d'une parabole très aplatie, se prolongeant par des rampes rectilignes de 1 à 2 ‰.

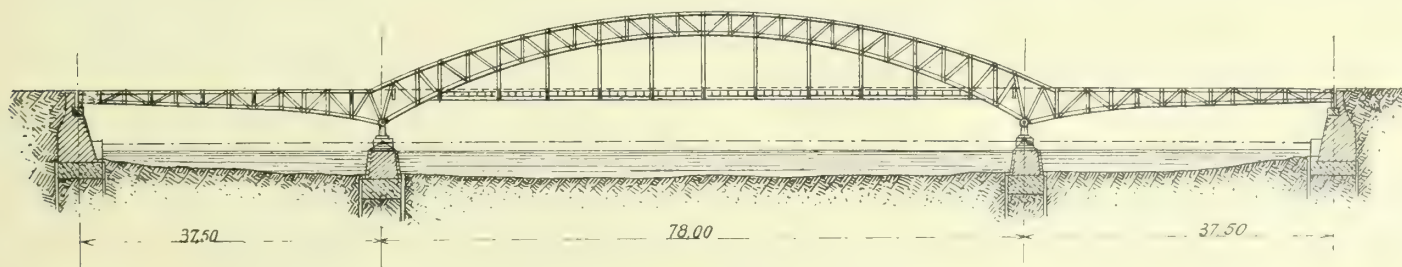


FIG. 1. — Élévation du pont sur la Sprée.

de 153 mètres de longueur, dont 78 mètres pour la travée principale, et 37^m 50 pour celles de rives.

Les figures 1 et 2 montrent les dispositions générales de cet ouvrage, d'après l'Oesterr. Wochens., du 24 juin.

Dans la travée principale, en vue de faciliter la navigation, on a tenu la cote inférieure du tablier à 4^m 50 au-dessus des hautes eaux. et, dans ces conditions, la charpente a dû être constituée par des arcs

Pour réduire l'importance de la charpente, on a disposé, de chaque côté, les trottoirs en encorbellement. La chaussée a 7^m 50 de largeur utile; les deux voies de tramways y sont placées en bordure. La largeur maximum de l'ouvrage atteint ainsi 14^m 50.

Le contreventement supérieur n'existe qu'au voisinage du milieu du pont; les tirants qui supportent le tablier sont espacés de 6 mètres. Les piles et culées sont en béton revêtu de maçonnerie.

Les calculs ont été faits en prenant 10^t 4 pour poids de l'ouvrage par mètre courant dans la travée médiane; 9^t 8 dans les autres; la charge uniformément répartie a été admise de 400 kilogr. par mètre carré.

(1) La création, en Europe, d'installations utilisant le procédé Gayley, a été annoncée au Congrès de la Métallurgie de Liège, voir page 229, dans ce même numéro. (N. D. L. R.)

(2) Voir le Génie Civil, t. XLVI, n° 41, p. 173.

Le poids de la partie métallique s'élève, à 934 tonnes de fer (à 255 marks la tonne) et 17 tonnes d'acier (à 390 marks la tonne). Le pont

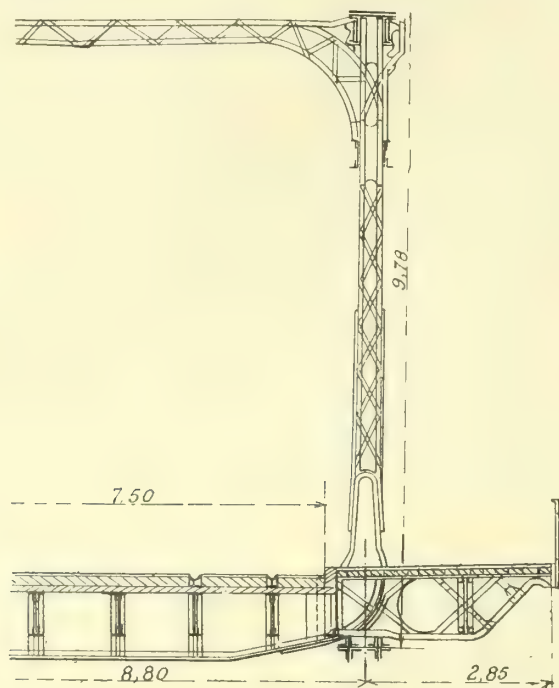


FIG. 2. — Demi-coupe transversale du pont sur la Sprée.

tout entier, y compris fondations et travaux accessoires, a coûté 400 000 marks.

La sécurité à bord des sous-marins.

Nous avons déjà signalé dans le *Génie Civil* ⁽¹⁾ les divers moyens que les catastrophes dans lesquelles ont péri le *Farfadet* et les sous-marins anglais A1 et A8 ont suggérés pour éviter le retour de pareils désastres. Le capitaine R. H. Bacon a présenté sur la même question à l'Institution of Naval Architects, le 20 juillet dernier, un intéressant mémoire dont nous allons donner une courte analyse et dans lequel il examine surtout les causes d'accidents et les moyens proposés pour le sauvetage des sous-marins coulés.

On sait que les deux navires anglais et le sous-marin russe *Delfin* ont sombré à la suite d'explosions, tandis qu'on n'est pas encore définitivement fixé sur les circonstances dans lesquelles a coulé le *Farfadet*. Dans les quatre cas cependant, quelle que soit la cause initiale, le navire a sombré par suite de l'entrée d'eau par l'ouverture du capot; ceci montre en particulier l'inutilité des cloisons étanches dont on a proposé de munir les sous-marins. Ces cloisons étanches, étant données les conditions à réaliser, conduisent d'ailleurs à une véritable impossibilité pratique.

Le mémoire attribue une de ces explosions, celle du sous-marin A1 au mauvais état d'un presse-étoupe de la pompe à pétrole qui laissait fuir le liquide, à une étincelle échappée du moteur en marche, mettant le feu aux vapeurs dégagées, et à l'inobservation des règlements prescrits, car le moteur à pétrole marchant uniquement quand le sous-marin navigue à la surface et consommant en deux minutes un volume d'air équivalent à celui qui remplit le sous-marin entier, la ventilation énergétique ainsi produite est suffisante pour empêcher la formation de mélanges détonants.

D'autre part, les réservoirs à pétrole, également incriminés, ne peuvent constituer un danger, car l'air qu'ils contiennent étant saturé d'essence n'est plus explosible et leur construction est assez soigneusement faite pour empêcher toutes les fuites.

L'accident du sous-marin A8 paraît, par contre, être imputable au dégagement d'hydrogène dans les accumulateurs pendant leur charge, bien que celle-ci ne soit autorisée que quand le sous-marin est ouvert et ventilé.

Quant à la dernière cause, signalée à ce propos : la rupture possible d'un réservoir à air, elle semble devoir être rejetée *a priori*, car on n'a encore jamais eu à constater d'accident semblable à bord d'autres navires où il en existe également.

Les chances d'explosion à bord des sous-marins sont donc, malgré tout, très faibles et celles qui se sont produites sont dues à des causes absolument fortuites, analogues à celles qui pourraient se produire partout ailleurs.

En ce qui concerne le sauvetage de ces bateaux, ce même mémoire

fait d'abord remarquer que les zones dans lesquelles on peut l'entreprendre avec chances de succès sont très étroites et limitées aux régions de petite profondeur, c'est-à-dire à une bande côtière généralement très étroite, alors que le sous-marin ayant un grand rayon d'action, parcourt des mers d'assez grande profondeur. Il est impossible donc de compter pouvoir sauver un sous-marin coulé quel que soit le point où l'accident s'est produit. A ce point de vue, les mauvaises chances de renflouement sont les mêmes que pour un navire ordinaire. De plus, pour être effectif, c'est-à-dire pour permettre de sauver l'équipage enfermé dans le bateau, le renflouement doit, dans l'état présent de la question, se faire très rapidement et, par suite, avec plus de chances d'insuccès en raison même de cette hâte, comme l'ont démontré les essais, malheureusement infructueux, de renflouement du *Farfadet* ⁽¹⁾.

On a donc proposé de rendre ce sauvetage possible sans intervention extérieure et par les seuls moyens du bord, au moins en ce qui concerne l'équipage; le nombre de solutions de ce problème, suggérées par des personnes plus ou moins compétentes, a été considérable.

Les uns ont préconisé l'emploi de sas à air permettant de quitter le bateau, mais, outre que ce dispositif est encombrant et lourd, les marins sortant de ces sas et remontant rapidement à la surface de l'eau seraient exposés au danger, non moins terrible que l'asphyxie, du passage trop rapide d'un milieu à haute pression dans un milieu à pression ordinaire, qui entraînerait le dégagement dans le sang de grosses bulles gazeuses obstruant totalement les artères et provoquant des syncopes qui sont très souvent mortelles, même pour des pressions initiales relativement faibles. C'est cette décompression rapide qui, comme on le sait, constitue le principal danger des plongées sous pression et produit la maladie dite des caissons ⁽²⁾.

D'autres ont proposé de munir les sous-marins de caisses spéciales où tout l'équipage pourrait trouver place, qui remonteraient à la surface en raison de leur force ascensionnelle, et que l'on pourrait à volonté séparer du bateau lui-même, caisses qui, trop grandes pour être disposées tout entières à l'intérieur du sous-marin, gêneraient toutefois ses manœuvres dans l'eau, si elles faisaient saillie sur sa coque, et qui risquent toujours de se séparer accidentellement de celui-ci, sous l'influence d'un choc, par exemple.

Le seul moyen vraiment pratique de sauvetage rapide du personnel, serait donc celui qui consiste à le munir d'un nombre suffisant de scaphandres, modifiés convenablement, et que les marins naufragés endosseraient pour ouvrir ensuite le sous-marin et sortir par l'écouille du capot.

Quant aux travaux de renflouement eux-mêmes, ils dépendent naturellement de l'état de la coque du navire coulé; si celle-ci est entière, il suffira d'épuiser ou de chasser par l'air comprimé l'eau qu'il aura embarquée, pour le faire remonter par ses propres moyens.

Si, au contraire, cette coque est crevée ou simplement fissurée, on sera obligé d'y fixer ou de passer sous elle des haussières, et de soulever le bateau, au moins jusqu'à une hauteur telle que l'ouverture du capot n'entraîne pas forcément l'envahissement brusque de tout l'intérieur du sous-marin par l'eau. Pour fixer ces haussières, on peut au besoin le pourvoir d'attaches extérieures, placées suivant son axe, mais ce dispositif n'est pas toujours employé, parce que les moufles des palans qu'on y accroche gênent le soulèvement du bateau à partir d'une certaine hauteur. On préfère donc passer ces haussières sous la quille, de sorte qu'on peut fixer les palans en un point quelconque de leur longueur. Cette opération n'est, néanmoins, pas toujours facile à effectuer rapidement, surtout lorsque le bateau coulé s'enfonce partiellement dans la vase, et que la mer n'est pas calme; mais elle ne présente pas de difficultés absolument insurmontables dans la plupart des cas. Le soulèvement final du bateau se fait au moyen de plusieurs allèges entre lesquelles on le place.

Ce sauvetage exige non seulement un matériel spécial, tel que celui que possèdent plusieurs Compagnies privées, mais aussi un temps absolument calme, car des vagues soulevant le bateau sauveteur de 60 à 90 centimètres seulement sont déjà très dangereuses au moment où les câbles commencent à se raidir, de sorte que le seul obstacle réel à sa réussite est le peu de temps dont on dispose, et qui ne permet pas d'attendre que l'état de la mer soit satisfaisant.

A propos du matériel spécial nécessaire, on a semblé regretter que l'État n'en possédât point dans ses ports de guerre principaux, mais, pour être employé avec succès, le matériel ne suffit pas : il faut aussi des équipages exercés, très au courant de ces sortes d'opérations, et tels que seules les Compagnies privées, s'occupant exclusivement de renflouements, peuvent en avoir; de plus, cet outillage doit être modifié et approprié à chaque cas spécial, de telle sorte qu'il est impos-

(1) Comme nous le faisons remarquer dans l'avant-dernier numéro, il faut avant tout fournir à l'équipage les moyens de vivre pendant tout le temps nécessaire que doit durer le renflouage du navire effectué normalement et faciliter ce renflouage par des dispositions simples prises à l'avance. Cela est possible sans sacrifier en rien les qualités tactiques du navire, en munissant par exemple sa coque d'anneaux appropriés où viendrait se faire l'attache des haussières. (N. D. L. R.)

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 25, p. 399, et t. XLV, n° 8, p. 131.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 42, p. 203.

sible de prévoir tous les engins qui seront nécessaires pour un cas déterminé quelconque (1).

Il résulterait, du rapport de M. Bacon, qu'en réalité, les dangers auxquels sont exposés les équipages, à bord des sous-marins ne sont pas plus nombreux qu'à bord de tout autre bâtiment, les collisions y sont même moins dangereuses que sur les navires ordinaires de même tonnage en raison de la forme et de la résistance exceptionnelles données à la coque. Si les équipages pouvaient attendre le temps nécessaire au renflouement du bateau par les moyens ordinaires, leur vie ne serait nullement en danger. On pourrait donc en conclure que le vrai moyen de les sauver serait de trouver un procédé pratique de les faire vivre dans leur prison pendant quelque temps, et de procéder au renflouement par les méthodes ordinaires, et en y mettant tout le temps voulu pour en garantir le succès (2).

Il convient d'ailleurs de ne pas oublier que le sous-marin a un rôle tactique à jouer et qu'il faut avant tout lui fournir les moyens de le remplir, quitte à sacrifier quelques autres conditions. Il est parfaitement possible de construire un sous-marin offrant tel degré de sécurité désiré, mais un pareil navire serait absolument incapable de remplir le rôle qu'on exige de lui au moment du combat et serait presque sans valeur tactique. Les dangers du sous-marin sont du même ordre que ceux de tous les engins destructeurs destinés à ne servir qu'en temps de guerre, et qui, néanmoins, restent dangereux en temps de paix, malgré toutes les précautions prises.

Générateur économiseur de vapeur, à circulation multiple, système Grenthe.

La chaudière à vapeur à circulation multiple, qui a été étudiée par M. Grenthe, et que représentent schématiquement les figures 1 à 3, est divisée, en vue du résultat à obtenir, en deux parties bien distinctes; dans l'une, celle d'arrière, la disposition est prévue plus spécia-

bouilleur, elle est réunie au corps supérieur par les faisceaux de tubes t_1 et t_2 et les colonnes c . Les lignes centrales aboutissent au caisson G; les lignes latérales reçoivent les tubes intérieurs qui partent du caisson G pour venir déboucher dans le bouilleur F.

Tous les faisceaux de tubes sont symétriques par rapport à l'axe principal de la chaudière, et la circulation de l'eau, aussi bien que des gaz, se fait également d'une façon symétrique.

La figure 1 rend compte du double courant de circulation de l'eau : arrivant en A et descendant aussitôt, par les colonnes tubulaires c de grand diamètre, dans le réchauffeur B, en contact avec les gaz déjà relativement froids, l'eau se réchauffe et, par suite, monte dans les tubes t , annulaires ou non, dont le grand diamètre a pour but de multiplier la surface de transmission calorifique entre l'eau ascendante et les gaz descendants.

Parvenue en C, l'eau se trouve ramenée par la disposition même des organes de la chaudière, au moyen de tubes horizontaux placés longitudinalement de chaque côté du caisson G (fig. 1 et 3), vers les colonnes antérieures c_1 , qui la font redescendre dans le bouilleur, en E et F; soumise à l'action intense du foyer, elle remonte vivement, à la fois dans le faisceau des tubes t_1 , qui aboutissent au caisson G, et dans les espaces annulaires extérieurs des tubes t_2 , qui aboutissent au compartiment C. La vapeur se dégage, soit en C soit en G, et s'accumule dans la partie supérieure de la chaudière et dans le dôme; quant à l'eau, elle continue son cycle en redescendant en F : celle du caisson G par les tubes plongeants t_2 , celle de C par les colonnes c_1 . Ce double circuit régulier, à fonctionnement parallèle, se répète indéfiniment, abandonnant à chaque passage supérieur la vapeur formée dans l'intervalle, au contact du foyer et des gaz incandescents qui lèchent les tubes t_1 et t_2 .

La circulation des gaz, assurée avec une régularité complète sur toute la largeur de la chaudière, comprend un mouvement ascendant au-dessus de la grille, puis un passage horizontal vers le compartiment postérieur de la chaudière (réchauffeur), enfin, un mouvement descendant à travers le faisceau des tubes réchauffeurs t , et un pas-

FIG. 1 à 3.
Chaudière Grenthe.

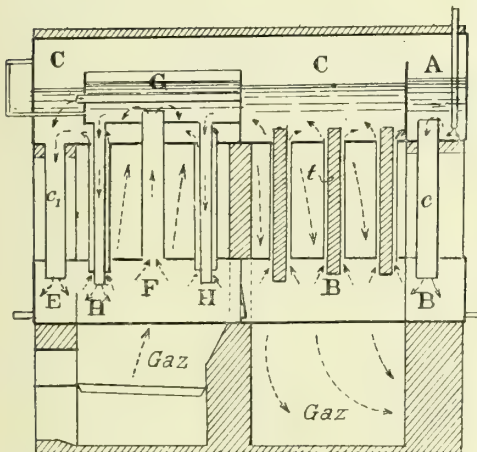


FIG. 1. — Coupe longitudinale schématique.

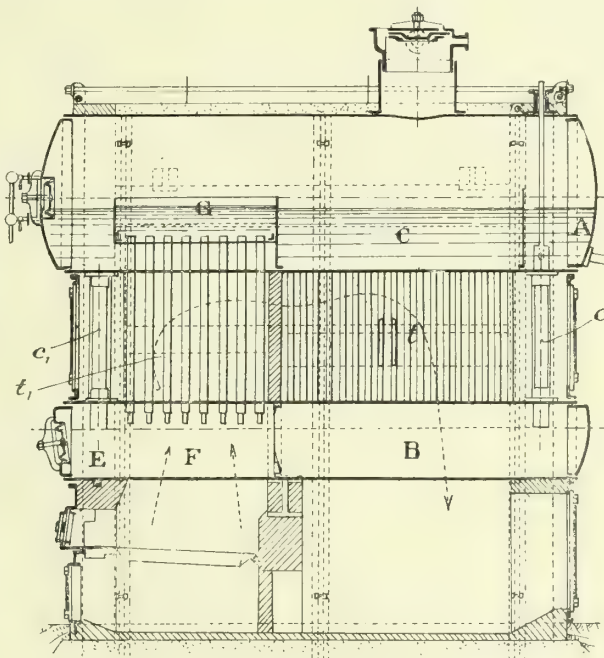


FIG. 2. — Coupe longitudinale.

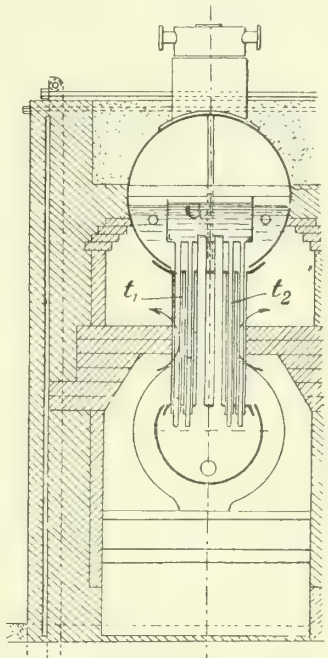


FIG. 3. — Coupe transversale.

lement pour obtenir le chauffage méthodique de l'eau d'alimentation; dans l'autre, celle directement au-dessus du foyer, sert plutôt à la production intensive de la vapeur. Cette chaudière se compose de deux corps semi-cylindriques, entretoisés à leurs extrémités par des colonnes tubulaires c_1 et c_2 . Le corps inférieur est divisé en deux compartiments; dans le corps supérieur, un compartiment séparé A (fig. 1) forme réservoir d'alimentation, et un autre caisson G, occupe une partie du premier compartiment. Ce corps est donc divisé en trois parties par deux cloisons étanches.

Le corps inférieur du deuxième compartiment sert de réchauffeur; il est relié au corps supérieur : 1° par les colonnes extrêmes; 2° par le faisceau de tubes t . La partie du corps inférieur de l'avant sert de

sage à travers les volets disposés longitudinalement de chaque côté de ce faisceau; ces volets, ouverts d'une façon symétrique au moyen d'une commande unique, règlent le passage des gaz dans la chaudière, en conservant toujours l'uniformité du chauffage dans tous les tubes qui font partie du même faisceau.

De là, les gaz passent dans un carneau d'échappement, à la manière ordinaire.

Comme on le voit, au prix d'une certaine complication, ce système de chaudières, qui donne directement le chauffage méthodique de l'eau et qui utilise très complètement le principe de l'émulsion, peut procurer une vaporisation intense, d'où une grande quantité de vapeur avec une surface de chauffe très réduite, et ne permettant la formation d'aucune poche de vapeur capable de gêner la circulation de l'eau émulsionnée, met en même temps à l'abri des coups de feu qui proviendraient de ce fait.

Un générateur d'une puissance de vaporisation de 2000 kilogr. à l'heure, présente une surface de chauffe totale d'environ 90 mètres carrés, avec un encombrement de 7^m 15 de longueur, 2^m 90 de largeur et 4^m 88 de hauteur.

(1) L'Amirauté anglaise, pas plus que l'Administration de la marine française, ne possède l'outillage et le personnel nécessaires au renflouement des navires; mais en Angleterre et dans quelques autres pays, il existe des Compagnies privées puissamment organisées auxquelles l'État a recours en cas de grand besoin; comme il n'existe point de semblables Compagnies en France, nous sommes presque toujours obligés d'avoir recours à elles et dans des conditions défavorables puisqu'elles ne sont pas à proximité. (N. D. L. R.)

(2) Voir le *Genie Civil*, t. XLVII, n° 12, p. 203.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences

Séance du 24 juillet 1905.

Chimie minérale. — I. — *Sur un sous-iodure de phosphore et sur le rôle de ce corps dans la transformation allotropique du phosphore.* Note de M. R. BOULOUCH, présentée par M. G. Lemoine.

Un grand nombre de savants ont rencontré, dans les produits de la réduction des iodures de phosphore, une poudre rouge que presque tous ont regardée comme du phosphore rouge. En répétant leurs expériences, l'auteur a constaté que tous les corps rouges, insolubles dans le sulfure de carbone, obtenus par ces chimistes, contiennent une forte proportion d'iode; ces corps pouvaient donc être un sous-iodure de phosphore plus ou moins impur.

L'auteur indique comment il a pu préparer cet iodure de phosphore qui répond à la formule P_4I ; il en indique les propriétés et montre comment, grâce à son existence, peut s'expliquer l'action catalytique de l'iode dans la transformation allotropique du phosphore blanc en phosphore rouge.

II. — *Influence de la vapeur d'eau sur la réduction de l'anhydride carbonique par le charbon.* Note de M. O. BOUDOUARD, présentée par M. Troost.

Nous donnons page 235, le compte rendu *in extenso* de cette note.

Météorologie. — *Les mouvements généraux de l'atmosphère en hiver.* Note de M. Paul GARRIGOU-LAGRANGE, présentée par M. Mascart.

Ces mouvements généraux, qui semblent passer par un même cycle de transformations, amènent des mouvements corrélatifs de chacune des aires de l'hémisphère; l'effet se manifeste, pour chacune d'elles, par des changements périodiques d'intensité.

C'est de ces mouvements particuliers, ainsi commandés par les mouvements généraux, que résultent, en chaque région de l'hémisphère, les variations atmosphériques. D'après l'auteur, on ne saurait donc aborder l'étude de ces variations et, par suite, le problème des prévisions locales, en dehors de la connaissance des mouvements généraux qui en sont la source; de plus, il est moins important de considérer des situations isolées que les mouvements généraux dans lesquels ces situations sont engagées; dès lors, il faut nécessairement en venir à déterminer non des types de situations, mais des types de mouvements.

Physiologie. — *Expériences de lavage mécanique du sang.* Note de M. Ch. RÉPIN, présentée par M. E. Roux.

Cette note donne le résumé d'un certain nombre d'expériences exécutées principalement sur la chèvre, avec un appareil basé sur l'application de la force centrifuge, qui permet d'extraire le plasma d'un animal vivant sans le priver de ses globules sanguins.

Cette *déplasmation*, envisagée en tant que méthode thérapeutique, ne semble pas pouvoir donner de résultats si elle s'adresse aux poisons ou aux toxines qui se fixent sur les cellules; mais lorsque le poison reste en circulation dans le sang, comme c'est le cas notamment dans l'urémie et dans l'éclampsie, elle pourrait fournir une arme bien plus efficace que ne l'est actuellement la saignée.

Physiologie expérimentale. — *Les combustions intra-organiques mesurées par les échanges respiratoires ne sont pas modifiées par un séjour prolongé à l'altitude de 4 350 mètres.* Note de M. G. Kuss, présentée par M. Chauveau.

En raison de la contradiction des résultats obtenus au laboratoire ou en ballon et dans la haute montagne par divers expérimentateurs, M. Kuss a repris l'étude de cette question dans deux expéditions faites au Mont-Blanc, en août 1903 et en août 1904, à l'observatoire Vallot, et est arrivé aux conclusions suivantes :

1° Les combustions intra-organiques mesurées par les échanges respiratoires ne sont pas sensiblement modifiées par un séjour prolongé à l'altitude de 4 350 mètres, toutes choses égales d'ailleurs; elles ne subissent d'autres variations que les variations habituelles observées en plaine sur tous les sujets;

2° Dans les cas où l'on constate une légère aug-

mentation de la quantité absolue d'oxygène consommé, elle s'explique par le supplément de travail des muscles respiratoires, occasionné par une augmentation concomitante de la ventilation pulmonaire;

3° A 4 350 mètres, le quotient respiratoire ne subit pas de variations caractéristiques: en particulier, il ne subit jamais d'augmentation;

4° Les combustions intra-organiques ne sont pas influencées par une atteinte légère du mal des montagnes;

5° A 4 350 mètres, le débit respiratoire est habituellement plus élevé qu'en plaine, mais, dans la majorité des cas, cette augmentation est légère (7 à 14 % en moyenne). Chez trois sujets, l'augmentation a été plus accentuée (35 à 41 % en moyenne);

6° A 4 350 mètres, le volume d'air inspiré (réduit à 0 degré et à 760 millimètres) est toujours beaucoup moindre qu'en plaine;

7° Les altérations centésimales de l'air expiré augmentent toujours dans la haute montagne: elles sont inversement proportionnelles au volume absolu d'air inspiré.

Optique. — I. — *Sur la fluorescence.* Note de M. C. CAMICHEL, présentée par M. J. Violle.

D'après les expériences faites par l'auteur, et rapportées dans cette note, l'intensité de la lumière émise par fluorescence est proportionnelle à l'intensité de la lumière excitatrice, et le coefficient d'absorption d'un corps fluorescent ne varie pas au moment de la fluorescence.

II. — *Sur un stéréoscope dièdre à grand champ, à miroir bissecteur.* Note de M. Léon PIGEON, présentée par M. Mascart.

Ce stéréoscope est destiné à l'observation d'épreuves prises avec le champ étendu que donnent les objectifs grand angle. Lorsqu'il est fermé, il présente le même aspect qu'un cahier ou un atlas. Lorsqu'on l'ouvre, les deux panneaux, le droit et le gauche, forment un dièdre. Un cadre ou un panneau médian, articulé avec les précédents, forme, en position d'ouverture, le bissecteur du dièdre. Ce bissecteur porte un petit miroir plan ou un prisme à réflexion totale.

Sur le panneau droit se trouve disposée l'épreuve droite, de sens recto; elle est regardée directement par l'œil droit de l'observateur. Sur le panneau gauche est disposée l'épreuve gauche, de sens verso; observée par l'œil gauche visant dans le miroir, elle se trouve ainsi rétablie dans son sens habituel. Tout se passe donc pour l'observateur comme si, sur le panneau droit, se trouvait, presque en coïncidence avec l'épreuve droite, que son œil droit vise directement, une épreuve gauche de sens recto, cette dernière étant visible seulement pour son œil gauche. On réalise donc la condition essentielle de la vision stéréoscopique, et cela quelles que soient l'ouverture du dièdre et la position du miroir dans le plan bissecteur. Les dimensions du miroir peuvent être très restreintes et donner cependant un champ étendu, puisqu'il ne sert qu'à l'œil gauche, placé tout contre lui. On peut aussi employer des oculaires, mais le champ devient moindre. Toutes les valeurs de l'angle dièdre conviennent théoriquement, mais celles qui présentent le plus d'avantages sont : 140 degrés, pour les épreuves un peu grandes, et 180 degrés pour les moindres formats.

Les épreuves peuvent être établies soit sur verre, soit sur papier.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

Les gares de Bombay (Indes). — Bien que Bombay soit moins important que Calcutta, cette ville reste le premier port et la principale place commerciale de l'Inde anglaise. Il est à noter en effet que les ports sont très rares sur cette côte; celui de Madras n'est pas sûr, et celui de Calcutta est à 150 kilom. de la mer. Aussi Bombay se trouve naturellement tête de ligne du service postal avec l'Europe (malle des Indes). L'industrie, surtout la filature du coton, y est prospère; la population dépasse un million d'hommes, dont moitié d'Hindous.

La situation de la ville, dans une presqu'île allongée, rappelle celle de New-York; le quartier européen et le port en occupent l'extrémité, tandis que la ville des indigènes s'étend au nord, dans la partie la plus large. La pointe de Malabar-Hill est couverte de villas européennes.

Trois importantes voies ferrées aboutissent à Bombay: celle du Bombay-Baroda and Central India, qui mène à Jeypore, et Delhi; et celles du Great Indian Peninsula, dont l'une relie Bombay à Calcutta, tandis que l'autre assure les communications avec le sud, par Raichur et Madras. La bifurcation de ces deux lignes se fait à Kalyan, distant de 50 kilom. de Bombay.

La ligne de Jeypore suit le rivage de la Back-Bay et aboutit, à la pointe de l'île, à la gare de Colaba; l'autre s'arrête à Victoria-Station, au nord de la ville européenne.

Il existe plusieurs haltes dans le parcours des lignes à travers la ville, de façon que chaque quartier est desservi; le service de banlieue se prolonge jusqu'à Kurla, à 15 kilom. de Bombay. L'importance de ce service est toute particulière, en ce sens que, par mesure d'hygiène, pendant la saison chaude, on envoie un grand nombre d'indigènes camper sur les plateaux situés au nord de la ville; il faut donc nécessairement leur fournir les moyens d'aller à leur travail et d'en revenir. Les trains ont trois classes.

Les deux gares principales de Bombay ne présentent pas de dispositions bien particulières; toutefois la gare Victoria est remarquable par son architecture luxueuse où le style gothique se trouve curieusement mélangé de décors arabes.

MM. BLUM et GIESE publient les plans de ces gares et de leurs annexes, avec des renseignements détaillés sur leurs installations, dans la *Zeits. für Bauwesen*, 3^e fascicule de 1905.

La Compagnie des Chemins de fer du Sud-Africain Central. — *L'Engineer*, du 7 juillet, passe en revue les progrès réalisés sur les chemins de fer des nouvelles colonies de l'Afrique du Sud depuis l'occupation anglaise; la fusion des anciennes lignes des États annexés s'est faite sous le nom d'une seule Compagnie qui porte actuellement le titre de Central South African Railways.

Les rails des voies primitives ont été échangés sur la plupart des anciennes lignes, pour permettre la circulation de locomotives plus lourdes; des lignes nouvelles ont aussi été construites.

Six types de locomotives, dont le poids varie de 46 à 78 tonnes, ayant des puissances de traction variant de 7,5 à 11 tonnes, remplacent le type ancien d'un poids inférieur à 46 tonnes et d'un effort de traction de 8,5.

La longueur des lignes en exploitation est passée de 1 775 kilom. à 2 464, entre 1898 et 1904 et, à cette date, 645 kilom. de voies étaient en construction, 1 137 autres kilom. projetés dont une partie seront bientôt entrepris porteront le total des lignes à 4 248 kilom. environ.

Les recettes nettes par train-kilomètre ont été de 3 fr. 14 en 1903 et 3 fr. 57 en 1904, bien que les prix de transport aient été diminués au milieu de l'année 1903.

L'auteur termine en donnant des tableaux statistiques comparatifs pour 1898, 1903 et 1904, des dépenses diverses, longueurs de voies, tonnages, bénéfices, dénombrement du matériel et du personnel, etc.

ÉLECTRICITÉ

Résistances électriques en kryptol, pour appareils de chauffage. — L'emploi de matières artificielles, semi-conductrices, pour constituer des rhéostats spécialement appropriés à la destination d'appareils de chauffage électriques présente beaucoup d'avantages sur les rhéostats métalliques et tend à se répandre.

Dans le *Dinglers Polytechnisches*, du 30 juin, M. WIESLER décrit différents appareils de ce genre, où la matière chauffante, qui a reçu le nom de kryptol, est un mélange de graphite, de carborundum et d'argile. On utilise ce produit, d'invention allemande, en le mettant tout simplement, sous forme de grains, en re les électrodes de l'appareil. On peut, en faisant varier l'épaisseur de la couche des grains de kryptol, augmenter ou diminuer la section du conducteur et produire un échauffement plus ou moins fort dans telle ou telle partie du radiateur ou de l'étuve. On fabrique aussi, sur le même principe, des fours électriques de laboratoire qui chauffent à 1 800 degrés et plus.

HYGIÈNE

Usine de purification des eaux d'égouts de Charlotte (États-Unis). — *L'Engineering Record*, du 24 juin, publie un rapport de M. C. BEDDOES sur le fonctionnement de l'installation de Charlotte pour la purification de ses eaux d'égouts d'un groupe de 10 000 habitants; cette installation fonctionne depuis douze mois.

Le capital engagé dans la construction de cette station est d'environ 6 fr. 50 par tête. La station purifie les eaux des 10 000 habitants, sur 30 000 que renferme la ville, à raison de 0^e 15 par tête et par an. Elle occupe une superficie de 2 700 mètres carrés.

Les eaux des grandes pluies sont détournées de l'installation à l'aide d'un déversoir de trop-plein situé dans la chambre d'entrée.

Il y a quatre *septic tanks* de chacun 20 mètres $\times$ 6 mètres sur 2^m 30 de hauteur avec une profondeur d'eau de 1^m 80.

L'auteur décrit l'installation qui est caractérisée par les points suivants :

1^o Passage par trois *septic tanks* en série suivi du passage à travers un gros cailloutage, puis à travers le quatrième *septic tank* et filtrage;

2^o Filtres peu profonds formés de cailloux recouverts de matériaux fins arrêtant et faisant réagir les matières non liquéfiées avant de les filtrer;

3^o Rapide évacuation.

Il y a quatre filtres de chacun 30 $\times$ 15 mètres ayant une couche de 0^m 45 de cailloux de 64 millimètres et une couche de mâchefer épaisse de 0^m 15. La durée du contact dans ces filtres est au plus de quarante minutes. L'eau qui en sort est claire et imputrescible.

MÉCANIQUE

Excavateur pour roches sous-marines. — M. C. HEPBURN donne la description, dans le Bulletin de l'*Institution of Civil Engineers* (session 1904-1905, volume 109), d'un excavateur employé depuis 1897 pour les travaux sous-marins de Sydney (Australie).

Il se compose d'un piston à vapeur à double effet et à très longue course (1^m 20) dont la tige, également très longue et guidée en plusieurs points, se termine par un outil qui varie de forme suivant les travaux à exécuter.

Le cylindre est fixé sur un bâti qui peut glisser sur une tour en charpente disposée sur un bateau et s'y fixer en un point quelconque. Le bateau porte la chaudière et la vapeur est envoyée au cylindre par un tuyau à rotule.

Pour exécuter une excavation, on descend la charpente mobile jusqu'à ce que l'outil touche le roc, on la fixe et on fait jouer le piston. Au fur et à mesure que le roc se creuse, on descend la charpente mobile.

Avec une course de 1^m 20 pour le piston et un poids de 3^e 5 pour la partie mobile (piston et outil), cet appareil, à raison de 60 coups par minute, peut briser plus de 22 mètres cubes de grès dur submergé par jour.

Les débris peuvent être dragués ou pulvérisés par le même appareil dans lequel l'outil est remplacé par un marteau, et extraits au moyen d'une pompe à sable.

Dans la pierre de taille dure, il peut creuser en dix minutes un trou de 45 centimètres de diamètre et 1^m 50 de profondeur.

MÉTALLURGIE

Sur la trempe de l'acier. — M. GRENET, chef des laboratoires de l'usine Saint-Jacques, étudie, dans une communication à la *Société de l'Industrie minière* (comptes rendus mensuels de juin 1905), la trempe de l'acier.

Différentes théories ont été émises pour expliquer cette trempe, et l'une des plus admises est qu'elle maintient le métal à un état instable, normalement stable à chaud. M. Grenet pense, au contraire, que ce n'est pas parce que les aciers trempés conservent l'état stable à chaud qu'ils ont leurs propriétés spéciales, mais parce qu'ils subissent, à température relativement basse, la transformation qui les ramène à l'état stable à froid. Il examine donc, dans cet ordre d'idées, les différents aciers étudiés jusqu'ici, et passe successivement en revue les aciers au carbone, les aciers spéciaux au nickel, au chrome-nickel et au manganèse.

Pour les aciers au nickel comme pour les aciers

au carbone, l'auteur fait remarquer que toutes les fois que la transformation a lieu à basse température, l'acier est dur, sa texture microscopique est fine et il reste aimanté après avoir été soumis à une charge magnétique. On peut attribuer, d'après lui, la dureté et le magnétisme rémanent après aimantation de ces aciers à basse température de transformation, soit à la texture fine, due à la séparation des éléments à basse température dans un métal trop peu malléable pour que ces éléments puissent se rassembler, soit à un phénomène d'écrouissage dû au changement de structure dans un métal peu malléable et susceptible de s'écrouir.

Monte-charge de haut fourneau à commande électrique. — Le *Stahl und Eisen*, du 15 juin, publie la description, due à M. COLLISCHONN, d'un monte-charge de haut fourneau construit par les établissements Lahmeyer, de Francfort, et Wolff, d'Essen. C'est un plan incliné à forte pente, qui s'appuie d'une part sur le sol, d'autre part sur la charpente du gueulard. Le treuil à double tambour est commandé par deux moteurs électriques et installé au poste inférieur, dans une cabine surélevée.

Les câbles montent directement à des poulies de renvoi, au-dessus du gueulard, et reviennent s'attacher aux bennes qui circulent sur des rails. Les bennes se chargent dans une fosse et se déchargent en basculant à l'extrémité de leur course.

La capacité de chaque benne est de 4 tonnes de minerai, et 2 tonnes de coke ou de castine. La course, de 40 mètres, dure une minute et quart, et l'intensité du chargement peut atteindre 2 500 tonnes de matières en vingt-quatre heures.

Chaque moteur de 100 chevaux, avec enroulement compound, est alimenté de courant sous 550 volts; leurs engrenages sont en acier coulé, à dents taillées. Le treuil est muni de plusieurs freins de sûreté et d'un indicateur de position.

Le diagramme assez compliqué des connexions de l'appareillage électrique du monte-charge est donné dans cet article.

MINES

Richesses minières de la province d'Otuzco (Pérou). — M. F. MALAGA SANTOLAYA publie, dans le numéro 22 du *Boletín del Cuerpo de Ingenieros de Minas del Perú*, une étude détaillée sur les gisements métallifères de la province d'Otuzco. L'introduction est consacrée à un exposé général des conditions orographiques et hydrographiques de la contrée et de la répartition des climats aux différentes altitudes. L'auteur passe en revue les ressources des diverses parties de cette province et les principales voies de communications; il discute la valeur de celles-ci au point de vue des lourds transports à effectuer des régions montagneuses vers le port principal, Salaverry.

M. Santolaya étudie ensuite la nature des terrains qui dominent dans les districts miniers et indique la répartition géographique des terrains sédimentaires et des roches éruptives.

Parmi les huit districts qui composent cette province, cinq sont plus spécialement riches au point de vue minéralogique; les principaux minerais qu'on y trouve sont ceux d'or, d'argent, de plomb, de manganèse, d'antimoine et de fer; on y rencontre également d'importants gisements carbonifères. L'auteur examine d'abord, d'une manière générale, sous quel état se présentent ces divers métaux, puis il étudie en détail chacun des districts et donne de nombreuses analyses de minerais avec la puissance calorifique des principaux combustibles extraits. La puissance des filons et la nature de la gangue sont également envisagées pour les exploitations les plus importantes.

Pour chaque district, l'auteur passe en revue les méthodes employées pour chacun des minerais dans la recherche et l'exploitation des différents gisements. D'une manière générale, les prospections sont incomplètes et faites sans méthode; quant aux travaux d'exploitation, ils manquent, la plupart du temps, de direction technique. Les capitaux font souvent défaut et de plus, ceux qui sont engagés exigent un revenu immédiat et songent peu aux travaux d'avenir.

Cette étude se termine par un aperçu des traitements métallurgiques des divers minerais; les prix de revient et les rendements obtenus y sont mentionnés.

En définitive, la province d'Otuzco possède de vastes gisements métallifères; les minerais d'ar-

gent et d'or sont généralement à haute teneur; elle offre du combustible en abondance et d'excellente qualité; les régions minières sont reliées au port de Salaverry par des routes relativement bonnes. Un très bel avenir est donc réservé à ce pays quand l'exploitation des mines se fera sur une grande échelle avec une bonne direction technique et des capitaux suffisants et moins exigeants.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

La fabrication des manchons à incandescence. — Les manchons à incandescence sont fabriqués en tissu de coton ou de ramie; le fil, soumis à des manipulations qui ont pour but de rendre sa texture uniforme, est ensuite tressé en forme de boudin par une machine qui travaille simultanément une vingtaine de fils. Les boudins vont ensuite à l'épuration chimique, puis ils sont séchés et coupés en tronçons de 0^m 25, et enfin envoyés à l'imprégnation des sels destinés à rendre lumineux le manchon chauffé (sels de thorium et de cérium). L'imprégnation ne doit être ni trop légère ni trop prolongée; dans le premier cas, le manchon est très fragile, dans le second cas il est peu brillant.

Les manchons imprégnés sont séchés avec précaution et leur tête est baignée dans une solution de sels d'alumine et de magnésie destinée à protéger le fil d'amiante qui sert à coudre le manchon sur son support. Ce fil est sujet à rupture sans qu'on puisse facilement prévoir d'avance ses qualités.

Enfin les manchons, cousus à leurs supports, sont montés sur des brûleurs spéciaux qui carbonisent le tissu primitif et transforment les sels en oxydes. Divers chauffages avec des brûleurs alimentés au gaz comprimé finissent par donner au manchon sa consistance et sa forme définitive. Ce travail est fait par des ouvrières d'élite, abritées par des verres foncés. On contrôle alors les dimensions et les qualités de chaque manchon, et, s'il est accepté, il est trempé dans une solution de collodion qui le durcit en vue du transport.

Au moment de l'invention des manchons Auer, le kilogramme de thorium coûtait de 3 000 à 4 000 francs; aujourd'hui, il coûte moins de 75 francs. Le minerai d'où on l'extrait, la monazite, se rencontre dans les sables, à l'embouchure des fleuves du Brésil; on en a trouvé aussi dans le sud de l'Afrique et à Ceylan.

D'après le *Praktische Maschinen Konstrukteur*, du 6 juillet, qui donne quelques renseignements et photographies relatives à une usine de manchons de Berlin, la fabrication allemande est concentrée à Berlin, et produit, par semaine, plus d'un million de manchons, dont beaucoup sont expédiés en Angleterre.

L'éclairage à incandescence avec les combustibles liquides. — Le *Dinglers Polytechnisches*, des 6 et 13 mai, passe en revue un certain nombre de becs à incandescence à pétrole ou à alcool, la plupart de fabrication allemande, dont il reproduit les coupes transversales et explique le fonctionnement. Nous citerons, entre autres, les becs à alcool Schuster et Baer, Aschner, Lehmann; les becs à pétrole Lucas, Spiel, Schapiro, Poeffel, Adam, qui diffèrent entre eux par des variantes assez secondaires. En général, ces appareils présentent une grande complication qui les rend délicats et d'entretien difficile, aussi leur emploi se répand difficilement.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

Résistance des poutres en béton armé. — Les étudiants de l'Université Purdue (Lafayette, Indiana, É.-U.) ont essayé, entre 1902 et 1904, 47 poutres en béton armé. Ces essais ont été l'objet d'une étude d'ensemble de M. W. HATT, relative à leur flexion et aux formules empiriques de leur résistance. *L'Engineering Record*, du 13 mai, reproduit les points les plus intéressants de cette étude.

Les essais de l'Université Purdue consistaient à charger ces poutres en leur milieu de charges croissantes et à noter les flexions correspondantes; la portée de ces poutres était de 2 mètres.

L'auteur discute les courbes, obtenues en coordonnant ces résultats, en s'inspirant des théories de M. E. Thacher et des professeurs A. Talbot et F. Turneaure.

(Les chiffres cités sont les chiffres moyens de M. W. Hatt; ils varient suivant les expérimentateurs.)

Les phases de la flexion sont au nombre de quatre :

1° Jusqu'à un certain point A des courbes, la flexion est proportionnelle à la charge. A ce moment, la poutre présente des craquelures microscopiques et l'acier subit un accroissement brusque d'effort ;

2° Au delà du point A, on observe une période dans laquelle les efforts de tension sont reportés du béton à l'acier ; les flexions croissent plus vite que la charge ;

3° Puis la flexion redevient proportionnelle à la charge ; à environ trois fois et demie la charge du point A et environ six fois la flexion au même point, le premier craquement visible se produit ;

4° A une charge d'environ quatre fois celle du point A et une flexion d'environ neuf fois celle du même point, l'acier a dépassé sa limite d'élasticité et la craquelure grande ouverte ne se referme plus quand on décharge la poutre.

Il est évident que la période comprise entre le point A et le premier craquement dépend de la qualité du béton et de son âge.

Une poutre en béton non armé craque et se rompt à une charge correspondant à celle du point A d'une poutre armée ; en d'autres termes les fines craquelures apparaissent au même point de flexion dans les deux poutres.

L'auteur déduit de ces expériences des formules empiriques pour le calcul des poutres en béton armé.

Distribution des efforts tranchants dans les barrages. — M. W. UNVIN applique, dans l'*Engineering*, du 30 juin, sa méthode de détermination des efforts tranchants dans les barrages qu'il avait exposée dans l'*Engineering*, du 21 avril.

Après avoir signalé certaines particularités géométriques se rapportant à tous les cas, l'auteur applique successivement sa méthode à des barrages : 1° à section rectangulaire ; 2° à section triangulaire ; 3° à section limitée d'un côté par une verticale, de l'autre par une courbe ; 4° à base rectangulaire surmontée d'un profil courbe.

Il conclut de ces déterminations que, dans le cas de barrages à base rectangulaire, la distribution des efforts tranchants semble être parabolique, mais qu'elle ne l'est pas dans les autres cas.

Il faut d'ailleurs remarquer que, dans la plupart des barrages actuels, la base rectangulaire étant en sous-sol, on doit tenir compte de la pression exercée sur la face aval de la section dans l'évaluation des efforts.

TRAMWAYS

Le tramway de Saint-Gall à Appenzell (Suisse).

— Le tramway de Saint-Gall à Gais, en exploitation depuis 1889, vient d'être prolongé jusqu'à Appenzell, son terminus naturellement indiqué ; la nouvelle section a 5 560 mètres. La longueur totale de la ligne est de 19^{km} 5, dont 15 sur routes.

On sait que l'exploitation se fait, partie par adhérence, partie par crémaillère ; il y a cinq sections à crémaillère dans l'ancienne ligne et une seule (de 2 kilom.) dans la nouvelle. La voie est de 1 mètre. Les rails pèsent 25 kilogr. par mètre et la crémaillère, du système Riggenbach, 57 kilogrammes.

L'ouvrage d'art le plus important consiste dans un viaduc de 296 mètres de longueur, qui traverse la vallée de la Sitter, à Appenzell. Il est construit en maçonnerie, sauf deux travées métalliques dont une de 48 mètres de portée, au passage du cours d'eau.

Le service d'exploitation possède quatre locomotives à vapeur anciennes, et deux nouvelles, construites par les ateliers de Winterthur. Celles-ci peuvent remorquer un train de 50 tonnes sur la section à crémaillère, en rampe de 9 ‰, à la vitesse de 10 kilom. ; et en rampe de 4,5 ‰ (sans crémaillère) à la vitesse de 15 kilom. Elles peuvent passer dans les courbes de 30 mètres de rayon.

Ces locomotives-tenders ont un essieu porteur avant et un autre à l'arrière, plus deux essieux moteurs couplés, à roues de 0^m 80. Enfin, la roue dentée qui attaque la crémaillère est montée sur un axe spécial.

Les quatre cylindres, extérieurs au châssis, sont superposés deux à deux ; les pistons inférieurs commandent la roue dentée. Tout le mécanisme est donc disposé en dehors des longerons, et facilement accessible.

Sur les parties à crémaillère, la machine marche en compound, la vapeur passant des cylindres infé-

rieurs dans les cylindres supérieurs au lieu d'aller directement à la cheminée. En cas de nécessité, on pourrait aussi admettre la vapeur vive dans les cylindres supérieurs. Il existe sur la locomotive une série de freins à sabots et à ruban, actionnés à bras ou par l'air comprimé.

La surface de chauffe est de 70 mètres carrés ; celle de grille, 1^m 25 ; la pression de la vapeur, 14 kilogr. ; le poids total est de 33 tonnes, le poids adhérent de 22 tonnes.

D'après une note publiée par M. KURSTEINER dans la *Schweiz. Bauzeit.*, du 17 juin, sur le tramway d'Appenzell, la progression des recettes est constante ; en 1903, on a encaissé 235 000 francs et dépensé seulement 159 000 francs.

TRAVAUX PUBLICS

La construction et l'entretien des chaussées en empierrement. — La transformation en chaussées empierrées des routes pavées a donné lieu, en Belgique, à diverses objections, qui peuvent se résumer ainsi :

1° Le terrain de la partie basse du pays ne convient pas aux empierrements ; l'argile, notamment, ne résiste pas ;

2° L'empierrement ne présente pas la résistance du pavage, et l'effort de traction y est plus grand, principalement pendant la saison humide ;

3° La chaussée empierrée produit une grande quantité de poussière et de boue, d'où un entretien onéreux.

M. C. JANSSENS, dans une étude publiée par les *Annales des Travaux publics de Belgique* (avril 1905), recherche les moyens de combattre ces défauts reprochés à l'empierrement. Il fait tout d'abord remarquer qu'en France, où les chaussées sont en bon état, le coût annuel par kilomètre de l'entretien des routes nationales est de 1 304 francs pour les routes pavées, et de 554 francs pour les routes empierrées ; le premier établissement de ces dernières ne coûtant que la moitié de celui du pavage.

L'auteur examine tout d'abord la construction d'une route : sections à maintenir en pavage ; choix de l'époque pour l'exécution des travaux ; tracé de l'axe ; profils en long et en travers ; qualité du terrain ; drainage ; enrochement ; bordures ; pierraille ; matière d'agrégation ; cylindrage à vapeur ; etc. Il passe ensuite en revue les différentes conditions que réclame un bon entretien : entretien courant ; moyens d'éviter la production de la poussière ; rechargements partiels ; balayage ; rechargements généraux cylindrés.

Après quelques indications sur l'empierrement sous enrochement, M. Janssens signale les routes empierrées qui relient le nord de la France aux stations balnéaires belges et à la ville de Bruges ; il termine son travail en indiquant les prix de revient des matériaux de porphyre fournis par les carrières belges, celui de la construction de l'empierrement Trésaguet, ainsi que celui d'un rechargement général cylindré.

Le pont-route sur la Wabash River, à Terre-Haute (États-Unis). — Ce pont métallique, qui présente des dispositions de détail assez particulières, est décrit dans l'*Engineering Record*, du 17 juin. Sa longueur totale est de 248 mètres entre culées ; sa largeur est de 22^m 54 y compris deux trottoirs en cantilever de chacun 2^m 45.

Le pont se compose de six travées latérales de 36^m 50 placées symétriquement par trois sur chaque rive, et une travée batelière centrale qui est surélevée.

Le tablier va en pente douce des rives vers l'axe du pont. Il est à mi-hauteur entre la membrure supérieure des deux poutres en treillis de chacune des travées de rives, qui est droite, et la membrure inférieure, qui est courbe.

Les montants d'extrémité des poutres de rives sont articulés par rotule sur une semelle qui porte sur les galets de dilatation ; chaque travée est ainsi indépendante, et l'intervalle de 0^m 45, compris entre deux d'entre elles, au droit des piles, est dissimulé par des panneaux ornementés assez flexibles pour permettre les mouvements relatifs des deux travées.

Entre les poutres de rives, la chaussée est portée par trois poutres longitudinales intermédiaires articulées à l'extrémité de chaque travée.

Les joints à recouvrement et à glissement qui réunissent les différentes parties mobiles sont décrits en détail ainsi que le système de montage.

Ouvrages récemment parus.

Les Fours électriques et leurs applications industrielles, par Jean ESCARD, Ingénieur diplômé du Laboratoire central d'électricité de la Société internationale des Électriciens, avec préface de Henri MOISSAN, membre de l'Institut. — Un volume, grand in-8° de 528 pages, avec 221 figures et 1 planche. — V^e Dunod, éditeur, Paris, 1905. — Prix : broché, 18 francs ; relié, 19 fr. 50.

L'auteur s'est proposé de fournir aux Ingénieurs et industriels des renseignements approfondis sur les industries électrothermiques, qui, bien que ne datant que de vingt ans à peine, ont pris en France et à l'étranger une extension considérable.

L'appareil fondamental est le four électrique qui permet d'obtenir des températures oscillant entre 2 000 et 3 000 degrés et qui, resté longtemps confiné aux recherches de laboratoire, a pénétré dans les foyers industriels. Son effet utile est caractérisé par son rendement thermique et son rendement quantitatif. C'est aujourd'hui un véritable appareil métallurgique susceptible de servir à la réduction, à la fusion et à l'affinage de presque tous les métaux, et qui permet de faire des coulées d'acier allant jusqu'à plusieurs tonnes.

Après avoir rappelé les principes de l'électrothermie, M. Escard donne la classification des principaux fours industriels qui ont un intérêt historique ou un but général ; les fours destinés à des fabrications spéciales sont décrits séparément.

Les chapitres principaux concernent : 1° la fabrication industrielle des métaux au four électrique, devenue pratique depuis peu d'années ; 2° l'électro-sidérurgie, qui donne des aciers de première qualité (procédés Keller, Gin, Stassano, etc) ; enfin 3° les industries spéciales : la baryte, l'alumine, le verre, le carborundum, le silicic, le phosphore, l'arsenic, etc., sont autant de corps que l'on prépare aujourd'hui avec la plus grande facilité au four électrique.

La fabrication des carbures métalliques (fer, chrome, molybdène, tungstène, vanadium, aluminium, manganèse) et surtout du carbure de calcium, qui à elle seule constitue une industrie importante et suffisamment connue, est également l'objet de plusieurs chapitres ; les propriétés et usages de l'acétylène y sont même passés en revue d'une façon assez détaillée.

L'ouvrage se termine par une étude sur les procédés de soudure électrique, qui commencent à se répandre dans les usines de constructions mécaniques ou électriques.

Jahrbuch der Automobil und Motorboot-Industrie (*Annuaire de l'Automobile*, 2^e année), par Ernst NEUBERG, Ingénieur civil. — Un volume in-8° de 526 pages, avec 867 figures. — Boll et Pickardt, éditeurs, Berlin, 1905. — Prix : relié, 12 marks.

Cette deuxième édition de l'*Annuaire de l'Automobile*, publiée par M. Neuberger sous le patronage de l'Automobile-Club d'Allemagne, renferme une série de monographies dues chacune à un auteur compétent. Nous citerons :

Les combustibles pour automobiles, les moteurs à combustion, les électromoteurs, les automobiles à vapeur, l'éclairage en automobile, les machines-outils dans l'industrie automobile, les motocyclettes, les motocanots, les ballons à moteur, la législation automobile, etc.

Une revue des brevets allemands, autrichiens, anglais et américains, et différentes indications bibliographiques ou chronologiques complètent cet ouvrage.

Träger-Tabelle (*Tableau des principaux types de fers profilés*), par Gustav SCHIMPF. — Une brochure in-8° de 58 pages. — Oldenbourg, éditeur, Berlin et Munich, 1905. — Prix : 2 marks.

M. Schimpff a réuni, pour chaque type usuel de profilés et pour chaque dimension de fers, les données principales : section, poids, moment d'inertie, etc., ainsi que l'indication des usines qui les fournissent. Outre les profils allemands, l'auteur donne les mêmes renseignements pour quelques profils anglais et américains.

Le Gérant : H. AVOIRON.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Travaux publics** : L'enseignement professionnel des travaux publics (*planche XV*), p. 241; L-Colonel G. ESPITALIER. — **Physique industrielle** : Mesure de la quantité d'eau entraînée par la vapeur des générateurs, p. 245; M. EMANAU. — **Métallurgie** : Congrès de la Métallurgie tenu à Liège, du 24 juin au 1^{er} juillet 1905 (*suite et fin*), p. 248; LÉON GUILLET. — **Hydraulique** : Aqueduc de Torresdale pour la distribution d'eau de Philadelphie, p. 250. — **Variétés** : L'accident de Hall-Road, sur le chemin de fer électrique de Liverpool à Southport (Angleterre), p. 251; — Influence de la fragilité de l'acier sur les effets du cisaillement,

du poinçonnage et du brochage dans la chaudronnerie, p. 252; — Modification de la qualité du métal des rivets par l'opération du rivetage, p. 252; — Mégaphone à flamme, p. 253; — Résultats de la course d'automobiles du 7 août, sur le circuit des Ardennes belges, p. 253.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Académie des Sciences (31 juillet 1905), p. 254. — **BIBLIOGRAPHIE** : Revue des principales publications techniques, p. 254; — Ouvrages récemment parus, p. 256. — **NÉCROLOGIE** : M. Eugène Risler, p. 256.

Planche XV : École spéciale de travaux publics : Maison de famille d'Arcueil.

TRAVAUX PUBLICS

L'ENSEIGNEMENT PROFESSIONNEL DES TRAVAUX PUBLICS

(*Planche XV.*)

L'enseignement industriel, technique et pratique, a fait l'objet d'une discussion approfondie au Congrès tenu, au mois de mai dernier, par l'Union de la paix sociale, sous la présidence de M. Isaac, président de la Chambre de Commerce de Lyon. L'un des membres de ce Congrès déplorait la fâcheuse tendance que nous avons en France à ne

un des très rares établissements exclusivement dus à l'initiative privée, et cette visite ne pouvait que confirmer l'opinion qui venait d'être exprimée, en montrant le développement rapide qu'a pu prendre chez nous, sans aucun concours étranger, une pareille entreprise, grâce à la souplesse de son organisation et à la facilité d'adaptation de ses méthodes. Il est bien permis d'expliquer précisément cet essor par le régime de liberté, l'absence de toute entrave officielle et de liens administratifs où malheureusement s'embarrassent trop souvent les œuvres d'État.

Notre but n'est pas ici de traiter dans son ensemble cette délicate question de l'enseignement professionnel, mais d'indiquer comment

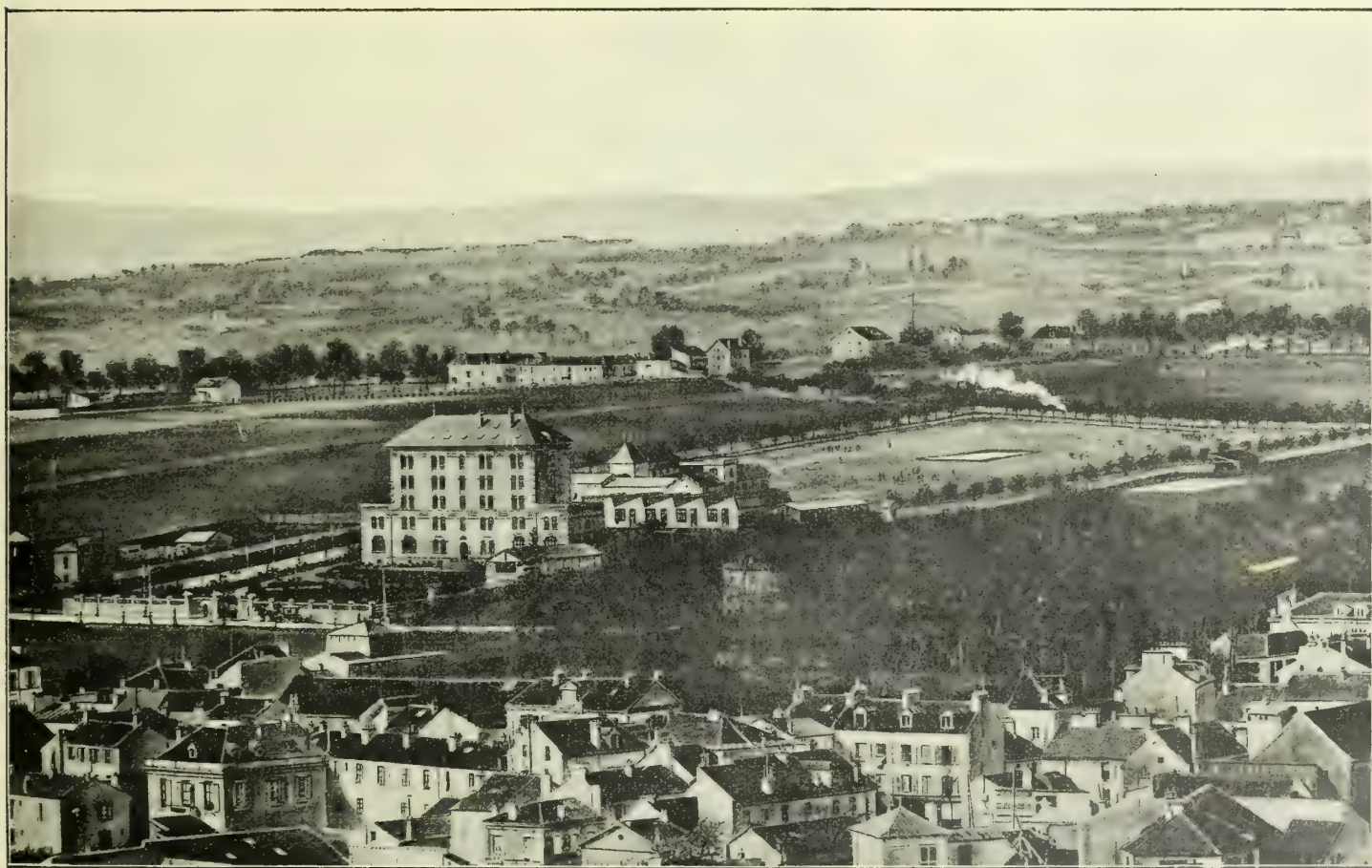


FIG. 1. — ÉCOLE SPÉCIALE DE TRAVAUX PUBLICS : Vue d'ensemble de l'établissement d'Arcueil (près Paris).

concevoir comme viable une école spéciale destinée à cet enseignement que si elle a l'appui moral et surtout matériel du Gouvernement. Cet appui ne va pas sans dépendance d'un côté, tutelle de l'autre, et l'on en voit immédiatement les conséquences fâcheuses, tandis que l'initiative privée, dans sa libre expansion, apte à se plier aux exigences de l'industrie, aux besoins des intéressés, devrait avoir, au contraire, les plus heureux effets.

Or, au lendemain même de cette discussion, les membres du Congrès visitaient, à Arcueil, l'annexe qu'on vient d'y construire, pour l'École spéciale des travaux publics de la rue du Sommerard, à Paris,

elle a été résolue dans ce cas particulier, en ce qui concerne le personnel intermédiaire des travaux publics, les indispensables auxiliaires de l'Ingénieur et de l'Entrepreneur, qui, le plus souvent, se forment vaille que vaille « sur le tas », autant dire dans des conditions mauvaises, puisque, en acquérant une certaine pratique des travaux, ces jeunes gens n'apprennent nullement la raison d'être des méthodes.

Le but initial de l'École des travaux publics, fondée en 1892, par M. Eyrolles, était la préparation au grade de Conducteur des Ponts et Chaussées. Cette École a maintenu ce rôle à l'une de ses divisions; 95 % des admis au concours, en 1904, n'avaient pas d'autre origine.

Mais, en dehors des fonctions de l'État auxquelles tant de compétiteurs aspirent, la libre industrie des travaux publics et de la construction ouvre des débouchés autrement larges, pourvu qu'on ne s'y jette pas sans préparation, et c'est cette préparation que l'École dont nous parlons s'est donnée pour tâche.

Or, parmi les jeunes gens désireux de parcourir les carrières industrielles, les uns s'y prennent assez tôt pour consacrer complètement à leur instruction professionnelle une ou plusieurs années; à ceux-ci, le régime scolaire avec un programme complet d'études, des leçons orales, des interrogations, des exercices pratiques, constitue le meilleur moyen d'atteindre le but; des stades échelonnés, suivant la durée de leur séjour, en feront des piqueurs ou des contremaitres, des conducteurs de travaux ou même des ingénieurs.

Les autres, poussés par la nécessité, ont été forcés de gagner leur vie un peu prématurément: ils remplissent un emploi dans la journée; mais ils sentent tout le prix d'une instruction plus complète qui leur permettrait de mieux satisfaire aux obligations de leur tâche, et de parvenir plus haut. Leurs soirées sont libres; ils les appliquent au travail. Pour ceux-là, lorsqu'ils sont à proximité, on a créé les cours du soir, avec visites de chantiers le dimanche. S'ils habitent loin de Paris, l'enseignement pourra les toucher encore par correspondance, et ils pourront, pendant les mois de vacances, s'ils ont le loisir d'en profiter, suivre une période d'applications et d'opérations pratiques sur le terrain.

En ce qui concerne cet enseignement par correspondance, peu connu en France, on pourrait émettre quelque doute sur son efficacité si une expérience déjà longue n'était là avec ses résultats. Les correspondants de l'École des travaux publics se comptent par milliers chaque année, et cette méthode, en Amérique, groupe actuellement, autour d'Écoles similaires, plus de cent mille adhérents, des origines

se développer à l'aise, tempérée par le sentiment de la responsabilité et de la dignité personnelle plus que par la discipline. On s'efforce d'élever ces jeunes gens comme ils le seraient dans la famille, ce qui sans doute est une meilleure préparation à la vie sociale que le régime de caserne qui, en France, est encore celui de la plupart de nos établissements scolaires.

Le programme qui a présidé à la construction de la « Maison de famille », à Arcueil, s'est inspiré de ces idées. Le pavillon comporte: le logement du directeur, des chambres individuelles pour une soixantaine d'élèves, une salle à manger et une salle de réunion communes, enfin les services d'économe, c'est-à-dire la cuisine, la dépense, la lingerie, les bains, etc.

Ces services d'économe ont été relégués dans un sous-sol (fig. 1, pl. XV) prenant jour et accès sur un saut de loup de 4^m 50 de largeur, ménagé le long de la façade postérieure. Au rez-de-chaussée (fig. 2, pl. XV), l'architecte, M. Robinot, a naturellement placé la loge du concierge, le parloir, le bureau et l'appartement de l'économe, les grandes salles communes, mesurant chacune 11^m 46 sur 9^m 36, et le cabinet du directeur des études.

Les quatre étages (fig. 3 et 4, pl. XV) sont consacrés aux chambres d'élèves, disposées de part et d'autre d'un corridor longitudinal de 2 mètres de largeur, sauf la partie du second étage occupée par le chef de la « Maison de famille » dont l'appartement ouvre sur une terrasse.

Chaque élève occupe une chambre particulière, tapissée, de 3^m 60 sur 2^m 70, soit une superficie de 9^m 72 et un volume d'air d'environ 31 mètres cubes, pour une hauteur de 3^m 20. Pour faciliter l'aménagement intérieur, la porte et la fenêtre sont placées contre l'une des cloisons de refend et jumelées avec celles d'une des deux chambres contiguës, les fenêtres étant gémées par un meneau vertical de

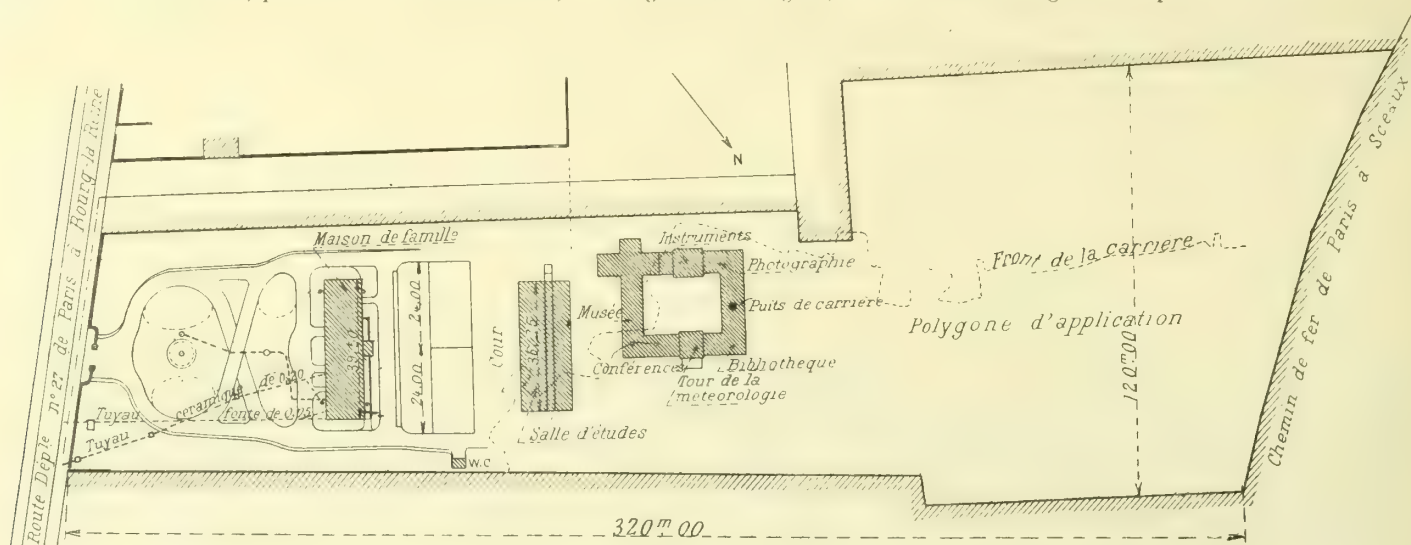


FIG. 2. — Plan d'ensemble des installations de l'École spéciale de travaux publics à Arcueil (près Paris).

les plus diverses (1). Les procédés d'un pareil enseignement mériteraient des développements que nous n'avons pas le loisir de donner ici, notre but étant simplement de dire comment a été organisée et construite l'annexe de l'École des travaux publics, à Arcueil. Cette annexe a été établie avant tout pour donner un polygone d'application aux élèves qui suivent les cours à Paris. Les matinées sont, en effet, consacrées aux leçons orales qui ont lieu dans les locaux de la rue du Sommerard, tandis que les après-midi se passent à Arcueil, soit en séances de rédaction d'exercices et de projets, soit en opérations sur le terrain et en travaux de construction où les élèves mettent eux-mêmes la main à la pâte.

Les élèves qui suivent les cours à Paris sont tous externes, mais, pour ceux d'entre eux dont les familles le désirent, on a créé à l'annexe d'Arcueil une « maison de famille » où ils sont pensionnaires.

L'ensemble de l'établissement d'Arcueil (fig. 1 et 2), qui s'étend sur un vaste terrain de 3 hectares, comprend: la maison de famille, le bâtiment des salles d'études et une construction particulière formant un véritable musée et destinée à abriter les collections.

MAISON DE FAMILLE. — Le bâtiment dit de la « Maison de famille » constitue l'édifice principal de cette installation. On a cherché à l'adapter à des principes d'éducation qui, sans être nouveaux en France, y ont fait jusqu'à présent l'objet de discussions plutôt que d'applications nombreuses.

Ces principes, qui caractérisent jusqu'à un certain point la méthode anglo-saxonne, comportent une certaine liberté laissée aux jeunes pensionnaires, permettant à leurs facultés d'initiative individuelle de

se développer à l'aise, tempérée par le sentiment de la responsabilité et de la dignité personnelle plus que par la discipline. On s'efforce d'élever ces jeunes gens comme ils le seraient dans la famille, ce qui sans doute est une meilleure préparation à la vie sociale que le régime de caserne qui, en France, est encore celui de la plupart de nos établissements scolaires.

Le pavillon mesure 39^m 50 sur 10^m 50. Il est établi face à la route de Bourg-la-Reine et à 65 mètres du mur de clôture où s'ouvre la grille d'entrée.

L'aspect du bâtiment est simple et robuste. Sur un soubassement où s'ouvrent les fenêtres hors d'aspect du sous-sol, la construction comprend d'abord un rez-de-chaussée et un étage régnant sur toute la longueur de 39^m 50 et au-dessus desquels les trois derniers étages forment une masse centrale plus courte (elle n'a que 27^m 50 de longueur), tandis que des terrasses couronnent les ailes qui les débordent de part et d'autre (fig. 2 et 3, pl. XV).

Les murs sont en meulière posée en *opus incertum*. Le parti architectural accuse les lignes verticales par l'ensemble continu que forment les baies superposées et les allèges qui les relient. Ces lignes verticales ne sont interrompues que par les cordons horizontaux qui dessinent le socle, le corps des deux étages inférieurs et l'entablement.

Sur la masse du mur en meulière se détachent seulement les sommiers en pierre de taille, les meneaux en briques des fenêtres gémies

(1) Cette méthode est également appliquée avec succès en Angleterre, non seulement à l'enseignement technique dont il s'agit, mais presque à tous les ordres d'enseignement.

ECOLE SPÉCIALE DE TRAVAUX PUBLICS, A PARIS

Maison de Famille à Arcueil (Seine)

Fig.1. Plan du Sous-Sol

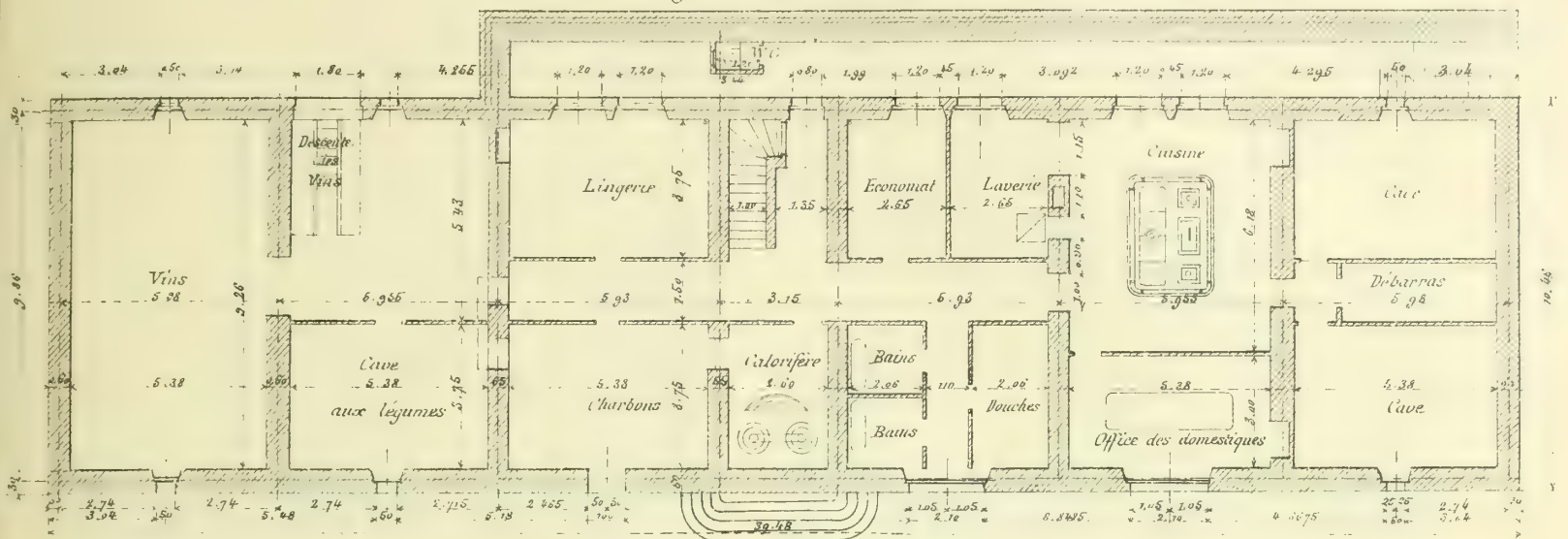
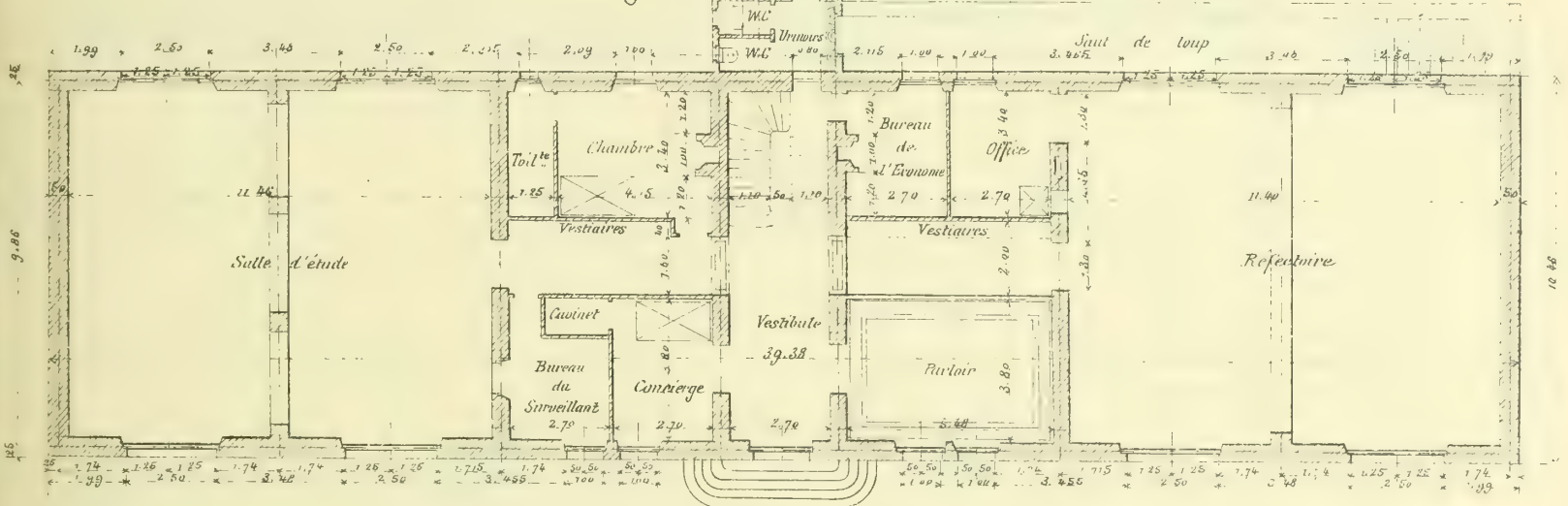
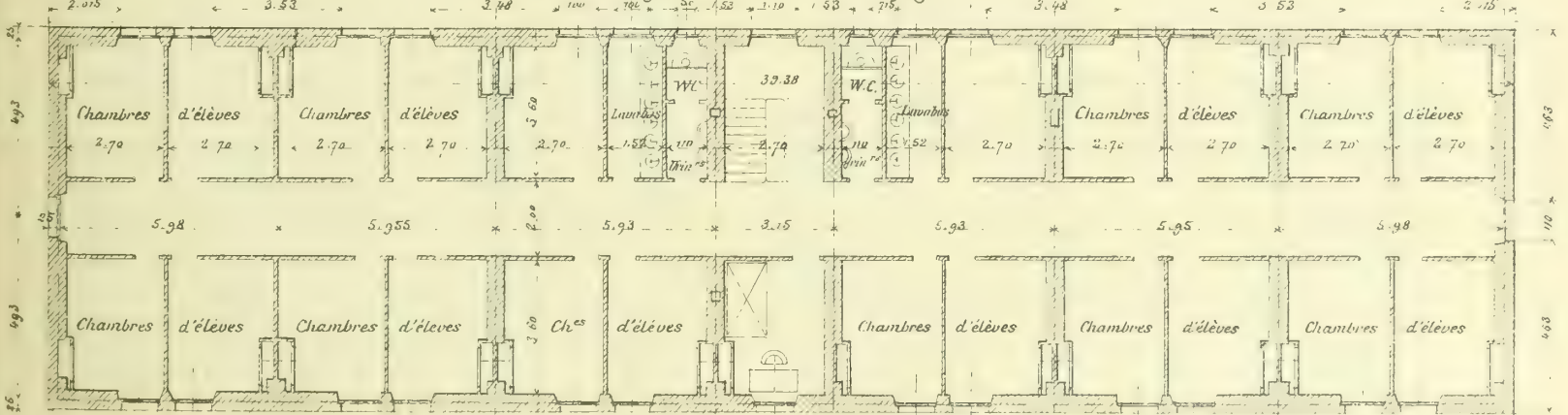
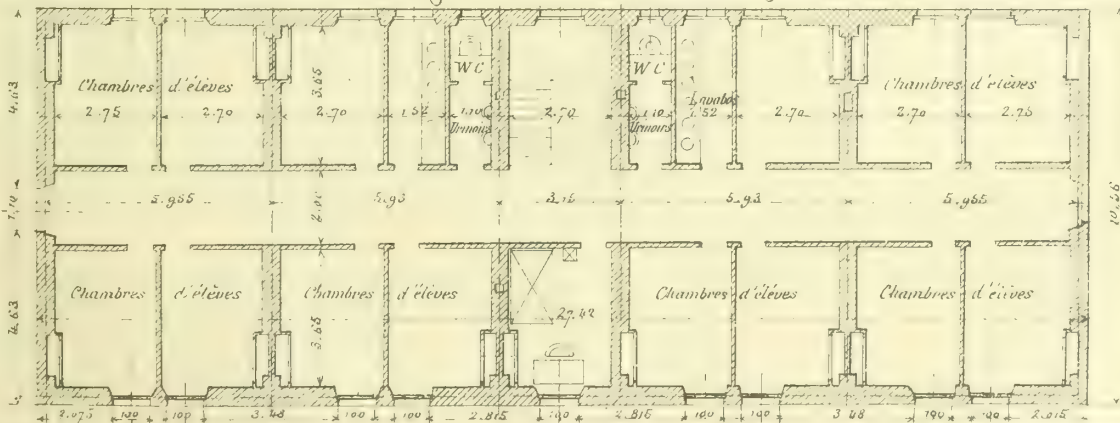


Fig.2. Plan du Rez-de-Chaussée

Fig.3. Plan du 1^{er} EtageFig.4. Plan des 2^e 3^e et 4^e Etages

nées, les appuis et les dessins de couleurs variées des allèges également en briques, les linteaux en béton armé, soulagés, pour les larges baies du rez-de-chaussée, par des arcs en décharge où quelques briques vertes, vernissées, jettent une note plus vive qu'accentuent encore quelques cabochons et l'inscription en céramique de l'entablement.

Deux points méritent plus spécialement de retenir l'attention en ce qui concerne la construction de ce bâtiment : l'organisation du chantier par l'emploi d'un transporteur funiculaire et l'application caractéristique du béton armé.



FIG. 3. — Montage de la charpente du musée.

Organisation du chantier et transporteur funiculaire. — La Compagnie de fondation par compression du sol qui, à la suite d'un concours, avait été déclarée adjudicataire des travaux pour la construction de la « Maison de famille » d'Arcueil, avait à se préoccuper tout d'abord du mode général d'exécution. La pente très forte du terrain rendait difficile les charrois par traction animale et même l'installation d'une voie Decauville.

D'autre part, l'adoption de planchers en béton armé avait l'avantage de fournir, au cours de l'érection du bâtiment, une série de plates-formes successives faciles à utiliser pour la suppression, tout au moins partielle, des échafaudages, et il parut avantageux, tout en faisant



FIG. 5. — Vue intérieure des salles d'études.

servir ces planchers à l'approche horizontale des matériaux, de supprimer également les sapines qui assurent d'ordinaire leur mise au levage, en installant un transporteur funiculaire susceptible de réaliser à la fois les transports horizontaux depuis les dépôts constitués près de la route d'accès jusqu'au plan du bâtiment et les transports verticaux de levage. L'importance de la construction justifiait d'ailleurs les frais de premier établissement que comporte une semblable installation, en même temps que l'on pouvait compter sur une économie de main-d'œuvre.

Le système adopté est celui de la maison Thomar, de Namur ; il comporte la construction de deux pylônes en charpente, entre lesquels est tendu le câble porteur, à une hauteur suffisante pour pouvoir desservir la construction jusqu'à son faite, ce câble passant au-dessus du

plan d'occupation, afin que la benne puisse atteindre immédiatement les planchers successifs servant de plates-formes. En tenant compte de la flèche du câble (un vingtième de la portée qui était de 150 mètres dans le cas particulier), la hauteur des pylônes fut fixée à 31 mètres. Chacun était formé d'un tronc de pyramide quadrangulaire en charpente. Les montants s'enfonçaient de 2^m 50 dans le sol où était établie une plate-forme de base, et ces montants étaient scellés dans des massifs de maçonnerie. En outre, pour équilibrer la traction exercée par le câble,

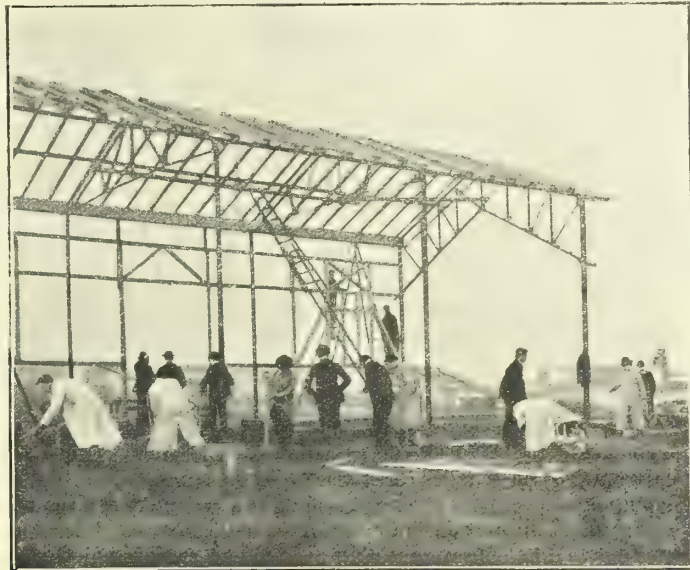


FIG. 4. — Construction du musée.

chaque pylône était maintenu par deux haubans de retraite, en fils d'acier, inclinés à 45 degrés sur l'horizontale, et dans les plans verticaux également ouverts à 45 degrés, symétriquement sur l'axe du transporteur. On avait imposé à ces haubans la condition de résister à la traction en travaillant au maximum à 25 kilogr. par millimètre carré de section. Le dispositif d'ancrage se composait d'un étrier en fer plat dont les branches percées d'un œil à leur extrémité étaient traversées par des barres en fer à T. Le hauban s'amarrait au collet de l'étrier par l'intermédiaire d'un double écrou à lanterne de 0^m 60 de longueur, permettant de donner au hauban une tension convenable. Sur la charpente du pylône, deux fortes pièces de bois, placées parallèlement, servaient de banc pour fixer les paliers des galets et poulies des divers



FIG. 6. — Vue extérieure des salles d'études.

câbles nécessaires à la manœuvre. Le câble porteur en acier avait un diamètre de 30 millimètres, pesant 3^{kg} 400 au mètre courant et capable de résister à une traction de 37 à 38 tonnes. Ce câble passait sur des galets à gorge. L'un de ses brins, à la recette supérieure, s'attachait à un point fixe du pylône correspondant ; à l'autre brin, pendant verticalement, était attaché un contrepoids tendeur.

Dans ce système, sur le câble porteur court un chariot composé de deux galets réunis en tandem par des flasques latéraux. Ce chariot est accroché sur le câble tracteur équipé en va-et-vient, passant par conséquent sur une poulie à la recette supérieure, et dont les deux brins s'enroulent en sens inverse sur le tambour du treuil, au pied du pylône moteur.

Le mode de suspension de la benne au chariot doit permettre l'as-

cension et la descente en un point quelconque du trajet et à la commande du mécanicien. On y parvient au moyen d'une sorte de palan dont la poulie est accrochée à la benne; les deux brins du câble de levage passent sur deux poulies fixées au chariot et, de là, se dirigent horizontalement, l'un vers le pylône mort où il s'attache à un point fixe, l'autre vers le pylône moteur où une poulie le renvoie verticalement jusqu'au treuil de levage. Tant que celui-ci reste immobile, la longueur totale du câble de levage ne variant pas, le déplacement du chariot le long du câble porteur détermine un roulement des galets du dispositif sans que la longueur de la boucle à laquelle est suspendue la benne puisse varier. Au moment où celle-ci parvient au-dessus du lieu de déchargement, le mécanicien, en même temps qu'il arrête la translation, met en mouvement le treuil de levage. Le câble correspondant se déroule, la boucle s'allonge, sollicitée par le poids de la benne qui descend. Après le déchargement dans une brouette ou dans les wagonnets d'un Decauville placé sur l'aire en béton armé, la manœuvre inverse détermine le relèvement de la benne.

Ce qu'il y a lieu de remarquer, c'est que toutes les manœuvres sont effectuées sur la commande du seul mécanicien placé près de la machinerie, au pylône moteur.

Dans l'application qui nous intéresse ici, l'énergie motrice était fournie par une usine de l'Est-Lumière (1), située à Alfortville, qui dispose de 3 000 chevaux. Le courant triphasé de 5 000 volts en ligne, était abaissé à 115 volts par un transformateur, pour actionner la réceptrice.

Application du béton armé. — L'emploi du béton armé du système Hennebique, dont la Société de fondation par compression du sol est concessionnaire, est une des caractéristiques de cette construction. On l'a appliqué, non seulement aux planchers et à l'escalier, mais au mur de soutènement du saut de loup, par les linteaux des portes et des fenêtres, et même à l'établissement d'un portique de gymnastique.

Les planchers les plus intéressants à considérer sont ceux qui recouvrent les grandes salles communes du rez-de-chaussée. On peut remarquer en effet que le mur de pignon correspondant aux étages supérieurs coupe transversalement le plafond de cette pièce en deux, sans aucun support sur une portée de 9^m 36. Si l'on avait voulu soutenir ce mur par un poitrail métallique, cette pièce aurait dû avoir un poids considérable : l'emploi du béton armé a fourni une solution infiniment plus élégante et plus économique qui a consisté à solidariser les deux poutres superposées des deux premiers planchers au moyen d'un rideau vertical en béton armé, constituant ainsi une sorte de poutre armée de 3 mètres de hauteur qui soutient les parties hautes de la construction et à laquelle, par sa semelle inférieure, est suspendu le plafond du rez-de-chaussée.

Le plancher est ainsi décomposé en deux grands panneaux, de 5^m 70 sur 9^m 36, couverts au moyen d'une dalle nervée. Les nervures sont espacées de 1^m 80.

L'épaisseur de la dalle proprement dite est de 10 centimètres.

L'escalier en béton armé rentre dans les applications courantes et nous ne nous y arrêtons pas. Il en est de même de l'application de ce mode de construction aux murs de soutènement et le *Génie Civil* a décrit celle qui avait été faite pendant l'Exposition de 1900, au Trocadéro (2).

Nous avons dit que le bâtiment est éclairé à l'électricité; l'énergie est prise à un transformateur triphasé donnant 120 volts au secondaire. L'éclairage comporte 230 lampes.

Le chauffage est assuré par un calorifère à vapeur à basse pression.

Quant à l'évacuation des matières de vidange, cette question si délicate pour un établissement important mais isolé dans la campagne, a été résolue par l'application du système connu sous le nom de *septic tank* (3), les eaux résiduelles étant versées à l'égout.

SALLES D'ÉTUDES ET MUSÉE DE LA CONSTRUCTION. — *Salles d'études.* — En dehors du bâtiment constituant la « Maison de famille », les autres constructions élevées jusqu'à ce jour sont destinées plus spécialement à l'instruction. Ce sont : le bâtiment des salles d'études et le musée. L'un et l'autre répondent à un but et à des préoccupations diverses sur lesquels il n'est pas inutile de dire quelques mots.

Pour les salles d'études, on s'est demandé si les développements ultérieurs possibles de l'École n'exigeraient pas, dans un avenir prochain, un remaniement et un déplacement, et cette raison a fait adopter un système de construction démontable qui rendrait ce déplacement facile et peu coûteux.

Ce bâtiment, qui a été monté très rapidement par la Compagnie des Constructions démontables et hygiéniques, couvre une superficie de 36 mètres sur 14 mètres en six travées de sheds, dont l'ossature est formée de fermes très simples en I et cornières. La couverture pleine est en tôle ondulée, doublée d'un plafond en frises de sapin. Le pan vitré prend jour sur le nord. La muraille est à double paroi ;

la paroi intérieure est formée de panneaux en frises de sapin; la paroi extérieure est composée de panneaux d'un aggloméré spécial sur toile métallique. Le plancher est surélevé de 0^m 50 en moyenne. Une des travées de sheds est divisée en quatre petits cabinets d'interrogation. Une cloison mobile partage le reste en deux vastes salles d'études. Le chauffage a été parfaitement assuré l'hiver dernier par de grands poêles. L'été, des impostes à rabattement permettent de ventiler, lorsqu'on ne veut pas ouvrir les vastes baies vitrées des façades.

Musée. — L'École possède, non seulement une collection complète des matériaux les plus divers et des modèles d'assemblage, mais aussi des modèles en relief et à grande échelle de tous les genres d'ouvrages d'art.

La construction d'un bâtiment spécial s'imposait donc pour les abriter; mais en même temps on résolut de faire servir à l'enseignement la construction elle-même de ce musée, d'abord en y faisant participer les élèves, soit par les études de détail, soit en leur faisant mettre la main à la pâte pour l'exécution, ensuite en rassemblant dans ce bâtiment des exemples de tous les genres de construction.

Ce programme ne laissait pas d'être difficile à réaliser. On pouvait craindre que la juxtaposition d'échantillons de travaux aussi divers et d'éléments disparates ne donnât l'impression d'un habit d'Arlequin formé de morceaux jurant d'être placés côte à côte. Il fallait ménager les transitions, justifier les changements de formes, de systèmes et de procédés par des décrochements de façades, des mouvements de toiture, et malgré tout réaliser l'unité nécessaire.

Pour y parvenir, on a conçu un ensemble de bâtiments entourant une cour rectangulaire (fig. 7). Une partie de ces bâtiments est ex-

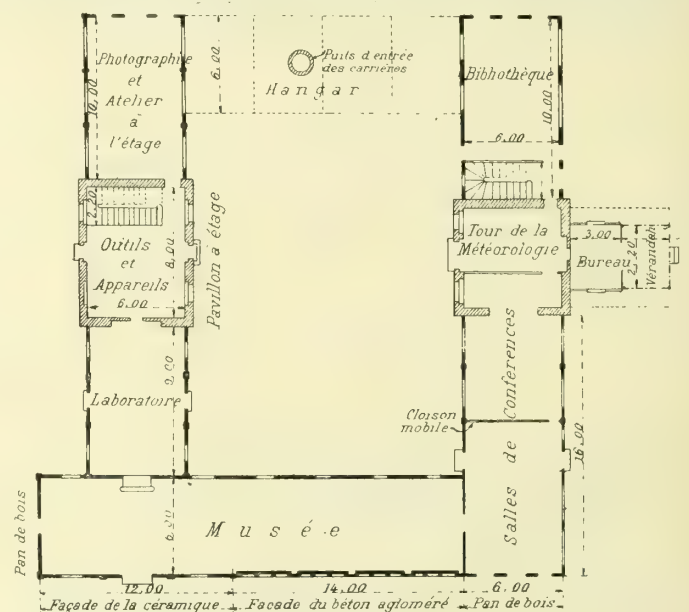


Fig. 7. — Plan du musée et de ses annexes.

cutée. Le reste sera bâti peu à peu, suivant les nécessités de l'instruction. Nous allons indiquer comment, pour la partie déjà construite, on a cherché à réaliser ce programme. Il s'agit tout d'abord de l'aile orientale regardant le bâtiment des études et située à 28 mètres de ce bâtiment. Cette aile a 32 mètres de longueur et 6 mètres de largeur. Elle est formée d'une ossature métallique, offrant des types variés de montants et de fermes (polonceaux articulés ou rigides, fermes anglaises, treillis, croupes, etc.), qui ne seront masqués par aucun plafond, pas plus que le dessous de la couverture qui est en tuiles mécaniques de deux modèles (Em. Müller et Gilardoni).

Les murailles devant présenter des spécimens de matériaux différents, on a divisé le bâtiment en trois parties accentuées par le mouvement de la toiture. À gauche, un pavillon de 12 mètres de longueur en trois travées de 4 mètres, à cheval sur la route latérale qui longe la « Maison de famille » et qui sert d'accès principal au musée, montre une application des grès vernissés au revêtement des murs verticaux. Au centre, un corps de 14 mètres de longueur, en quatre travées de 3^m 50, est en briques et pierres factices de béton aggloméré. Enfin, à droite, amorçant le départ de l'aile en retour, la charpente dessine un pignon triangulaire dont l'ossature en fer a été masquée extérieurement par un pan de bois avec emploi de panneaux en fibro-ciment. Le retour du pavillon de gauche offre d'ailleurs un autre exemple de pan de bois.

Dans ces diverses applications de matériaux usuels, on n'a pas cherché à employer ceux-ci dans des combinaisons exceptionnelles ou

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLI, n° 2, p. 17.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXV, n° 22, p. 365.

(3) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 2, p. 26.

imprévues, mais à montrer quel parti on en peut tirer par des moyens simples, et comme nuls n'étaient plus aptes à en régler l'emploi rationnel que ceux qui les fabriquent et les appliquent journellement, c'est à ceux-ci qu'on a demandé, après avoir arrêté l'ordonnance générale de l'ensemble, de dessiner chacune des applications particulières. C'est ainsi que les façades ont été respectivement dessinées par les Ingénieurs de la maison Émile Müller pour le grès cérame et de la maison Ed. Coignet pour le béton aggloméré. La décoration polychrome de la première tire ses effets d'un petit nombre d'éléments de nuance discrète et sobre et de combinaisons simples, utilisables dans une construction de bâtiments même modestes. L'emploi du béton aggloméré, marié au rouge de la brique, tire au contraire son effet de ses reliefs, des moulures des cordons et des corniches, des galbes arrondis des balustres.

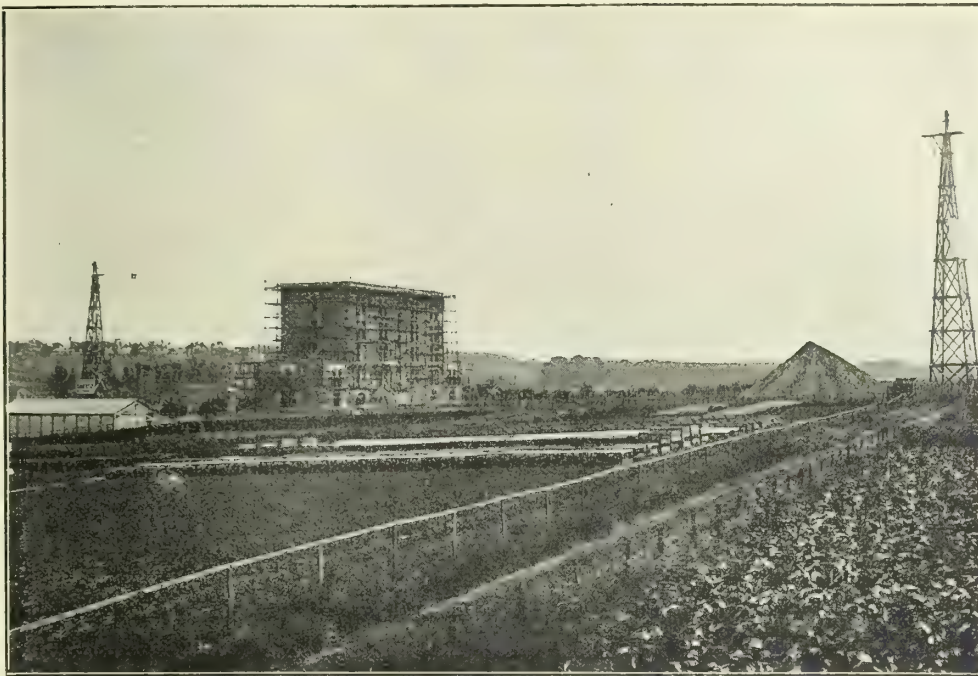


Fig. 8. — Installation des câbles pour la construction de la Maison de famille.

Les pans de bois à leur tour offrent au constructeur une variété de ressources, une souplesse de moyens qu'il n'était pas inutile de mettre en évidence, comme les pignons du même bâtiment en ont offert l'occasion.

Les ailes en retour, où trouvent place un laboratoire d'essais et une salle de conférences, sont construites en charpente en bois avec remplissage des parois en briques et carreaux de plâtre. A la suite, avec un pavillon de construction coloniale, le projet comporte, d'une part, une tour couverte en terrasse de béton armé et destinée aux observations météorologiques; de l'autre, un pavillon à étage couvert par un comble en bois et ardoises, abritant les collections d'instruments. Au delà de ces deux parties, construites en maçonnerie et qui, par leur élévation, couperont la ligne des bâtiments, on établira de nouvelles salles, un atelier de photographie et une bibliothèque.

Lⁱ-Colonel G. ESPITALIER.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

MESURE DE LA QUANTITÉ D'EAU ENTRAÎNÉE par la vapeur des générateurs.

Quand on essaye une chaudière pour déterminer sa puissance et son rendement, il est important de mesurer très exactement la quantité d'eau entraînée à l'état de vésicules liquides par la vapeur. Un primage trop prononcé ou l'entraînement brusque de quantités d'eau importantes peuvent, en effet, causer de graves désordres aux machines; en outre, la puissance évaporatoire et le poids d'eau évaporé réellement (vapeur sèche) par kilogramme de combustible consommé ne peuvent être obtenus que si l'on déduit de la quantité totale d'eau ayant quitté la chaudière celle qui y était à l'état liquide. On admet que le poids de l'eau entraînée par la vapeur pendant l'unité de temps n'est pas constant; il augmente aux moments où la pression baisse et il diminue quand elle s'élève.

Or, les méthodes employées jusqu'ici donnent la proportion d'eau contenue dans la vapeur à un moment donné et pendant un temps très court, en sorte que le résultat obtenu ne représente pas nécessairement la moyenne, même si l'on multiplie les prises d'essais et si on les répète à intervalles réguliers.

Notre but est d'indiquer une méthode qui donne, non pas la proportion moyenne d'eau contenue dans la vapeur pendant l'essai, mais à la fin de l'essai, la quantité totale d'eau qui a été entraînée, et cela indépendamment des variations qu'a pu subir le degré d'humidité de la vapeur. En outre, cette méthode décèle les départs brusques de paquets d'eau, les entraînements presque instantanés de 50 à 60 % qui se produisent dans certains générateurs, qui sont très graves et qui peuvent passer inaperçus avec les procédés employés jusqu'ici.

Quatre méthodes sont actuellement en usage pour la mesure des entraînements d'eau: ce sont celles de la condensation totale, le procédé calorimétrique, le procédé F. Brocq et la méthode du sel.

Méthode de la condensation totale. — Elle consiste à faire condenser la totalité de la vapeur produite. Combinée avec la méthode du sel, elle donne des résultats très précis et elle échappe aux critiques précédentes. Malheureusement, elle est rarement applicable, puisqu'elle suppose la possession d'un condenseur à surface qui doit être d'une étanchéité absolue.

Méthode calorimétrique. — Lorsqu'on fait arriver de la vapeur humide dans un calorimètre, la vapeur sèche se condense et abandonne sa chaleur de vaporisation plus celle qui correspond à son refroidis-

sement à l'état liquide, c'est-à-dire, au total, une quantité de chaleur plus grande que celle qu'abandonnerait le même poids d'eau à l'état liquide.

Soient P_0 le poids d'eau froide du calorimètre au début, P celui du mélange d'eau et de vapeur qui y est introduit à la température T , θ_0 et θ_1 les températures initiale et finale du calorimètre, λ_T la chaleur latente de vaporisation à T degrés; λ_T est la différence entre la chaleur totale de vaporisation q_T à T degrés, donnée par la formule bien connue de Regnault $q_T = 606,5 + 0,305 T$ et la quantité de chaleur T , qui correspond au refroidissement de l'eau liquide depuis T degrés jusqu'à zéro.

$$\lambda_T = q_T - T = 606,5 + 0,305 T - T = 606,5 - 0,695 T.$$

Si x est le titre de la vapeur, c'est-à-dire le poids de vapeur sèche contenue dans l'unité de poids de vapeur humide, l'équation calorimétrique est :

$$P_0(\theta_1 - \theta_0) = Px\lambda_T + P(T - \theta_1).$$

La proportion d'eau entraînée est $1 - x$. La méthode permet de reconnaître si la vapeur est surchauffée et à quel degré; dans ce cas on trouve $x > 1$.

Cette méthode peut donner des indications exactes à 2 ou 3 % près à condition de prendre certaines précautions. Le calorimètre doit être étanche et mauvais conducteur de la chaleur. L'arrivée de vapeur doit être flexible et permettre de répartir aussi uniformément que possible la vapeur dans l'eau du calorimètre. La température du calorimètre doit être donnée par un thermomètre sensible au dixième de degré; celle de la vapeur est déterminée par la mesure de la pression au moyen d'un manomètre sensible.

Le nombre $1 - x$ tient compte des condensations qui se sont produites dans la conduite d'amenée de vapeur, et, si les pertes de chaleur du calorimètre sont importantes, θ_1 est beaucoup trop faible; pour ces deux raisons on trouve un poids d'eau entraîné qui ne peut être que trop fort.

La méthode étant instantanée, présente les défauts que nous avons signalés; de plus, elle ne permet pas de rapprocher les essais à volonté; on ne peut pas toujours, en particulier, opérer tout à coup, à la demande, lorsque l'observation du niveau ou le bruit de l'échappement de la vapeur font supposer un fort entraînement.

Procédé Brocq. — Le procédé Brocq échappe à cette dernière critique. C'est une application directe des lois sur les vapeurs saturées. Si l'on enferme dans une capacité fermée, maintenue à une température constante, de la vapeur contenant de l'eau, et si on augmente le volume de cette capacité en déplaçant un piston qui la ferme, la pression y restera constante et égale à la tension maximum de la vapeur

à la température considérée tant que de l'eau pourra se vaporiser. Dès que le liquide aura entièrement disparu le moindre déplacement du piston amènera une dépression.

Le volume initial de vapeur humide est pratiquement égal à celui de la vapeur sèche qu'elle contenait. Si on note le volume engendré par le déplacement du piston depuis l'instant initial jusqu'au moment précis où la dépression se produit, ce volume représente le volume de vapeur sèche que donne l'eau entraînée. Comme la pression et la température de ces deux volumes sont les mêmes, le rapport des volumes est aussi celui des poids d'eau et de vapeur sèche qui composaient la vapeur humide.

L'appareil (fig. 1), qui peut être placé en dérivation sur la conduite de prise de vapeur, est une sorte de robinet à deux boisseaux formant une enveloppe de vapeur destinée à maintenir constante la température de la partie centrale.

La clef du robinet contient la capacité M, de volume connu, où l'on enferme la vapeur humide en donnant un quart de tour à la clef; le piston plongeur P, manœuvré par le volant à main K, est commandé

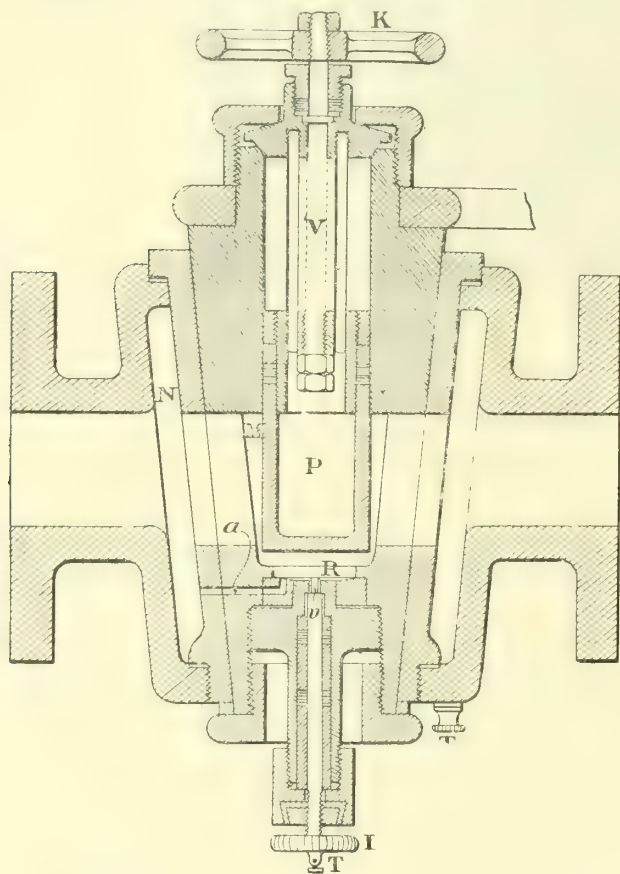


FIG. 1. — Coupe du robinet Brocq pour la mesure directe et instantanée de l'eau entraînée par la vapeur.

par une vis V à pas réglé de telle façon qu'un tour entier correspond à une augmentation de volume qui est le centième du volume initial.

La capacité M est fermée à la partie inférieure par une membrane élastique R dont la face extérieure est constamment à la pression de la vapeur dans la conduite. Cette membrane peut être amenée, en agissant sur le bouton molleté L, en contact avec une pointe v fermant un circuit électrique, dont les bornes sont en T et T', et dans lequel est intercalée une sonnerie.

Après avoir fait circuler la vapeur dans tout l'appareil pendant un temps suffisant pour le bien réchauffer et lui faire prendre une température constante, on le purge au moyen du conduit a , en donnant une position convenable à la clef (indiquée par un repère) et on enferme la vapeur dans la capacité M en donnant un quart de tour à la clef. Jusque-là les deux faces de la membrane sont restées à la même pression; il suffira donc de manœuvrer le volant K et de lire directement le nombre de tours qu'il a faits au moment où cesse la sonnerie pour avoir immédiatement en centièmes la proportion d'eau liquide contenue dans la vapeur.

Si l'on fait toute une série d'expériences, il n'est évidemment pas nécessaire de purger l'appareil à chacun des essais; ceci permet, en cas de dégagement brusque, de faire immédiatement une détermination; ces déterminations peuvent d'ailleurs être répétées aussi souvent qu'on le désire et cela, comme on le voit par ce qui précède, presque sans manipulations.

Méthode du sel. — Si un sel est dissous dans l'eau de la chaudière, il ne peut pas être transporté par la vapeur, mais seulement par les vésicules d'eau entraînées. C'est cette observation qu'on met à profit

dans la méthode du sel : on fait, à un même instant, une prise de vapeur condensée et une prise de l'eau de la chaudière; on titre leur teneur en sel : le rapport des titres donne la proportion de l'eau entraînée. On emploie le sel marin.

Cette méthode diffère des deux premières en ce qu'elle donne réellement la proportion d'eau entraînée par la vapeur et ne tient pas compte des condensations ultérieures. Elle convient plus spécialement quand on veut apprécier isolément les qualités du générateur, indépendamment du moteur.

Cette méthode est aussi une méthode instantanée et elle en a les inconvénients, mais nous allons montrer qu'il est facile de la transformer de façon à la rendre continue et à avoir en fin d'essai la quantité totale d'eau entraînée.

Méthode continue au sel. — Si l'on applique la méthode ordinaire du sel à un générateur en marche normale et si on fait les prises à intervalles également espacés, tous les quarts d'heure par exemple, on remarque que le titre de l'eau du générateur suit une marche régulière. Ce titre varie parce que la vapeur humide emporte à chaque instant une certaine quantité de sel qui est remplacée en partie par celle que peut apporter l'eau d'alimentation. De la connaissance du titre initial et du titre final de l'eau de la chaudière, et du titre de l'eau d'alimentation, on peut déduire la quantité totale d'eau entraînée pendant la durée de l'essai.

Soient en effet n_0 et n_p , les titres de l'eau de la chaudière au commencement et à la fin de l'expérience, N le titre de l'eau d'alimentation, v le volume de l'eau de la chaudière, V le volume d'eau d'alimentation fourni pendant la durée de l'essai, x le volume total de l'eau entraînée pendant le même temps.

En écrivant que la quantité de sel qui se trouvait au début dans la chaudière, augmentée de la quantité apportée par l'eau d'alimentation est égale à celle qui reste dans la chaudière à la fin de l'essai augmentée de celle qui a été entraînée par la vapeur, on a l'équation

$$vn_0 + VN = vn_p + x \frac{n_0 + n_p}{2} \quad [1]$$

d'où

$$x = \frac{2}{n_0 + n_p} [v(n_0 - n_p) + VN].$$

La proportion moyenne d'eau dans la vapeur pendant l'essai est $\frac{x}{V}$.

L'équation [1], où l'eau entraînée est comptée au titre moyen de l'eau de la chaudière, suppose que les entraînements d'eau se font sinon d'une façon continue, du moins avec régularité.

Si les entraînements n'étaient pas réguliers et se faisaient par départ brusque de paquets d'eau, on en serait prévenu, parce que la suite des titres de l'eau d'alimentation, pris de quart d'heure en quart d'heure, présenterait des variations brusques. On appliquera alors l'équation [1] à chacun des intervalles d'un quart d'heure.

Si on appelle $n_0, n_1, n_2, \dots, n_p$ les titres successifs de l'eau du générateur, $V_1, V_2, \dots, V_{p-1}, V_p$ les quantités d'eau d'alimentation fournies pendant les divers intervalles et $x_1, x_2, \dots, x_{p-1}, x_p$ les quantités d'eau entraînées, on aura la série d'équations :

$$\begin{aligned} vn_0 + V_1N &= vn_1 + x_1 \frac{n_0 + n_1}{2} \\ vn_1 + V_2N &= vn_2 + x_2 \frac{n_1 + n_2}{2} \\ &\dots \dots \dots \\ vn_{p-1} + V_pN &= vn_p + x_p \frac{n_{p-1} + n_p}{2} \end{aligned}$$

et la différence entre la vaporisation apparente et la vaporisation réelle pour la durée de l'essai serait

$$x = x_1 + x_2 + \dots + x_p.$$

On pourrait admettre, en effet, sans erreur sensible, que, pendant chacun des quarts d'heure, l'eau entraînée est au titre moyen de l'eau de la chaudière.

Si le titre de l'eau d'alimentation était légèrement variable, on devrait appliquer la méthode en procédant également par intervalles d'un quart d'heure.

Enfin, il faut s'assurer que le titre de l'eau de la chaudière est uniforme dans toute la masse. Cette condition peut faire rejeter la méthode pour quelques chaudières absolument dépourvues de circulation.

Application. — Voici, à titre d'exemple, une application complète, avec l'indication des précautions à prendre pour éviter les causes d'erreur. Elle est relative à une série d'essais faits sur un générateur Pluto (1).

Il avait été décidé qu'on appliquerait la méthode du sel à la fois telle qu'on la pratique d'habitude et telle que nous venons de l'exposer; il est bon d'opérer ainsi parce qu'on peut faire des vérifications intéressantes.

Les seules installations nécessaires sur le générateur comprenaient une prise de vapeur et une prise d'eau.

(1) Voir le Bulletin de la Société des Ingénieurs civils, 1904, n° 1004.

Le choix de la prise de vapeur est une question délicate. Il importe tout d'abord de la placer avant la soupape de prise de vapeur de la chaudière et non après, sur le tuyautage, pour éviter toute détente. On recommande en outre de faire cette prise par un tube courbé ayant son ouverture en plein courant. Dans les essais en question, on s'était arrêté à la disposition suivante qui avait été indiquée par le service de la surveillance des travaux confiés à l'industrie.

La prise de vapeur était installée dans une tubulure intercalée sur le tuyau de communication du réservoir de vapeur et d'un surchauffeur faisant partie de l'appareil. Elle était faite par un tuyau coudé s'ouvrant dans le sens

du courant de vapeur (fig. 2). Le tuyau coullissait dans un presse-étoupe de façon à pouvoir être placé soit dans l'axe, soit contre les parois de la conduite. Cette disposition permettait de vérifier l'influence des parois. Il est en effet permis de supposer que l'eau entraînée chemine de préférence sur la surface des conduites au lieu de se trouver en suspension dans le courant de vapeur. La partie inférieure de la paroi était la plus intéressante à ce point de vue car l'appareil était installé à l'extrémité aval d'une portion de la conduite horizontale et rectiligne

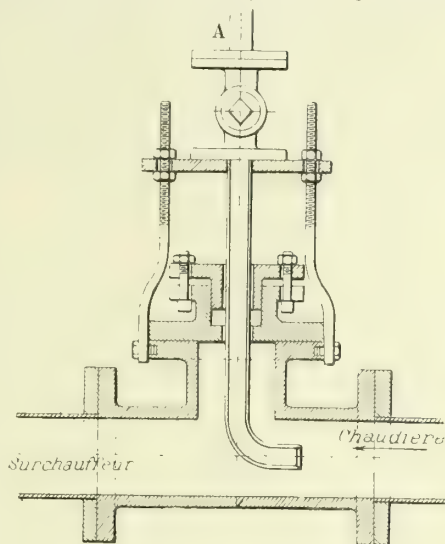


Fig. 2. — Prise de vapeur employée dans la mesure de l'eau entraînée par la vapeur, par la méthode continue au sel.

de 1 mètre de longueur environ. De nombreux essais comparatifs ont permis d'affirmer qu'on obtenait les mêmes résultats avec la prise dans l'axe ou contre la paroi et elle fut définitivement fixée dans l'axe.

La vapeur se rendait par le tube A à un petit condenseur formé d'un simple tube de cuivre enroulé en hélice et plongé dans un courant d'eau froide, sans joints et rigoureusement étanche. Il importe que la vapeur soit totalement condensée pour éviter la concentration qui donnerait un chiffre trop fort pour la proportion d'eau entraînée. Enfin, à chaque prise, les premières portions doivent être rejetées pour débarrasser le serpentin des traces de la prise précédente.

La prise d'eau avait été installée à moitié hauteur environ de la lame d'eau. L'agitation continue due à la circulation et au dégagement de la vapeur donne facilement et rapidement l'homogénéité à la dissolution d'un sel aussi soluble que le chlorure de sodium. D'autre part, l'eau d'alimentation, répartie dans tous les tubes des deux rangées inférieures, n'a pas paru causer une erreur appréciable à ce point de vue. Cependant, si on tenait absolument à l'éliminer, il suffirait, au lieu d'alimenter d'une façon continue, d'arrêter l'alimentation une minute ou deux au plus avant de faire la prise d'eau. Ces deux minutes sont plus que suffisantes pour permettre à la circulation de rendre la solution homogène.

L'eau de la prise traversait également un serpentin entouré d'eau froide pour éviter l'évaporation, pour les mêmes raisons que précédemment. Comme pour la prise de vapeur, il faut rejeter les premières portions qui passent.

La durée de chaque essai était de quatre ou de six heures. On prélevait toutes les demi-heures, environ 150 centimètres cubes de l'eau de la chaudière, 250 centimètres cubes de vapeur condensée, 150 centimètres cubes de l'eau d'alimentation.

On titrait immédiatement les trois liqueurs par la méthode volumétrique au moyen d'une solution d'azotate d'argent, avec le chromate de potasse comme indicateur. L'addition de quelques gouttes de chromate de potasse permet d'apprécier exactement la fin de la réaction. Le chlore du sel marin précipite d'abord à l'état de chlorure d'argent blanc, qui, avec la couleur du chromate dissous, donne une teinte jaunâtre. Dès que tout le chlore a précipité, on en est averti, car une goutte d'azotate d'argent en excès donne, avec le chromate de potasse, du chromate d'argent qui précipite à son tour avec une couleur rouge pourpre; la couleur jaune vire donc au rouge. En conservant à côté du vase à précipiter un vase témoin, le moment du virage peut être apprécié très nettement.

Il est bon de préparer une quantité suffisante de la solution d'azotate d'argent de façon à faire tous les dosages d'une série d'essais avec elle sans avoir à recourir à de nouvelles pesées toujours incertaines. Comme on ne cherche à déterminer que des rapports, on n'a pas besoin de connaître le titre de cette solution et on peut, au lieu de s'astreindre à préparer une solution normale, faire une solution au $\frac{1}{200}$ environ par exemple, qui donne des chiffres commodes avec des

concentrations de sel comprises entre 2 et 3 kilogr. par mètre cube.

Les eaux d'alimentation renferment toujours des chlorures divers, mais généralement en quantité insuffisante. La précision des mesures diminue lorsque la quantité des chlorures devient très faible et il est nécessaire d'ajouter du sel marin dans la chaudière. Une proportion de 3 kilogr. par mètre cube nous a paru bonne; elle est suffisante pour donner des mesures précises et n'entraîne pas la consommation de quantités exagérées d'azotate d'argent.

En opérant avec des vases soigneusement jaugés, et surtout en apportant aux manipulations une grande propreté, ces dosages sont susceptibles d'une grande précision. L'approximation est de : une goutte en plus ou en moins pour l'eau, quatre ou cinq gouttes pour la vapeur condensée.

Si l'on opère toujours avec la même burette de façon à avoir toujours la même goutte, on peut rapporter tous les titres au nombre de gouttes nécessaires pour précipiter tous les chlorures contenus dans 100 centimètres cubes de la liqueur. On prend alors directement ces nombres de gouttes pour les valeurs de $n_0, n_1, n_2, \dots$ dans les formules établies.

Si la chaudière a une marche régulière et si la pression se maintient bien, la moyenne de la première série de mesures doit donner comme

vérification la valeur de $\frac{x}{V}$ calculée d'après les titres de l'eau de la chaudière. Si les titres successifs de l'eau de la chaudière ne présentent pas une suite régulière, cela indique qu'il n'y a pas de régularité dans les entraînements; c'est précisément dans ce cas que la méthode du sel, ainsi appliquée, est utile puisqu'elle donne quand même un chiffre exact pour le calcul du rendement tandis qu'en opérant comme d'habitude on pourrait ou bien ne pas se douter de l'irrégularité de la marche, ou bien on s'en apercevrait, mais les résultats seraient tout à fait incertains.

Quant à l'eau d'alimentation, il faut vérifier que son titre ne varie pas. Dans les essais en question, l'eau employée était l'eau de l'Oise; la constance du titre était remarquable et on avait ainsi en même temps une vérification de l'exactitude des dosages.

Précision de la méthode. — Pour évaluer le degré de précision de la méthode, reprenons la valeur de x

$$x = \frac{2}{n_0 + n_p} [v(n_0 - n_p) + VN].$$

On a vu que pour chacune des opérations de titrage d'eau de la chaudière ou d'eau d'alimentation, l'opération peut se faire à une goutte près en plus ou en moins. On sait d'ailleurs, pour chaque opération, le sens de l'erreur. Par suite, N sera connu à une unité près et la différence $n_0 - n_p$ à deux unités près, si on n'a pas remarqué le sens de l'erreur, à une unité près seulement, si on a pris soin de faire cette remarque. Les nombres n_0 et n_p étant de l'ordre de grandeur de 10^3 avec les proportions qui ont été indiquées, l'erreur sur le dénominateur est négligeable et l'erreur maximum en plus ou en moins sur la valeur de x sera :

$$x = \frac{2}{n_0 + n_p} (v + V).$$

v est de l'ordre de grandeur du $\frac{1}{1000}$ de la quantité d'eau d'alimentation augmentée de la quantité d'eau contenue dans la chaudière. Cette approximation est très largement suffisante puisqu'une erreur de un litre sur 1 mètre cube d'eau d'alimentation est tout à fait analogue à celles dues au jaugeage ou au rétablissement à la fin de l'essai du niveau de l'eau du début.

On a donc très exactement la différence entre la vaporisation apparente et la vaporisation réelle, nécessaire pour le calcul du rendement en vapeur sèche produite par kilogramme de charbon. Quant au pourcentage moyen de l'eau entraînée pendant l'essai $\frac{x}{V}$, l'erreur com-

mise sur x est divisée par V et l'exactitude est très supérieure à ce que l'on exige d'ordinaire; on se contente souvent du chiffre des centièmes.

Une des qualités de la méthode est sa grande simplicité. Quand il s'agit non de l'essai d'une chaudière récemment construite mais d'un essai de vaporisation d'un générateur en bonne marche normale, on peut la réduire à sa plus simple expression. Elle exige alors seulement la mesure de 3 titres : n_0, n_p, N , et donne les mêmes résultats, avec seulement un peu plus d'incertitude sur le degré de l'approximation obtenue. Dans ces conditions, il est inutile d'installer une prise de vapeur; les prises d'eau peuvent être faites immédiatement avant et après l'essai et les dosages reportés à plus tard; il n'est pas besoin d'un opérateur spécial pendant l'essai et les résultats obtenus sont encore très exacts pour le calcul du rendement.

Il semble donc intéressant d'opérer par cette méthode chaque fois que cela sera possible, c'est-à-dire avec toutes les chaudières sauf les chaudières marines ordinaires et les chaudières à bouilleurs dans lesquelles aucune disposition de tôles directrices ou d'émulseurs n'a été prise pour assurer la circulation et par suite l'homogénéité de la dissolution saline.

M. EMANAU, D.

Ancien élève de l'École Polytechnique.

MÉTALLURGIE

CONGRÈS DE LA MÉTALLURGIE

tenu à Liège, du 24 juin au 1^{er} juillet 1905.(Suite et fin¹.)

TRAITEMENTS DES PRODUITS SIDÉRURGIQUES. — Traitements thermiques. — M. A. PIERRARD, Ingénieur en chef, directeur des Constructions maritimes en Belgique, donne quelques détails sur l'emploi de la double trempe et sur les expériences extrêmement concluantes qui ont été faites aux Établissements Cockerill.

Bien que le travail effectué ne présente peut-être pas toutes les garanties que peuvent offrir les méthodes actuelles d'essais (on est étonné que l'on ait utilisé d'anciennes méthodes d'essais au choc et non pas celle sur barrettes entaillées), les conclusions méritent cependant d'attirer l'attention des constructeurs comme des métallurgistes.

En effet, ces essais montrent clairement que, pour la fabrication de grosses pièces, on ne peut compter sur l'acier recuit (l'étude a porté sur les lignes d'arbres de bateaux à vapeur); l'acier très doux, doublement trempé, est celui qui paraît le mieux répondre au point de vue de la résistance élastique, comme au point de vue de la fragilité, aux conditions auxquelles doit satisfaire un bon métal à machines.

Dans un espace de cinq ans, sur la ligne Ostende-Douvres, qui comportait neuf paquebots à roues, variant de 4500 à 9300 chevaux, on n'a pas perdu ou condamné moins de onze arbres de roues et trois arbres à manivelle préparés en acier doux recuit. Pratiquement, M. Pierrard fait maintenant la double trempe à l'huile maintenue froide par circulation.

Une discussion s'est élevée ensuite à laquelle ont pris part M. Le Chatelier, M. Gomez et nous-même. M. Le Chatelier a montré l'importance des essais de fragilité au moyen de barrettes entaillées; M. Gomez, a fait ressortir l'effet de la double trempe et nous avons montré quels soins certaines usines d'automobiles apportaient au traitement thermique et comment on a cherché à définir le plus possible l'état dans lequel se trouve le produit métallurgique au moment de son emploi.

M. R. A. HADFIELD, qui a présidé la dernière réunion de l'Iron and Steel Institute et qui est bien connu pour les recherches qu'il a faites depuis 1888 sur les alliages de fer, a résumé son important travail sur l'effet de la température de l'air liquide sur les propriétés mécaniques et autres du fer et de ses alliages; le *Génie Civil* a déjà reproduit cette étude (2). Nous rappellerons seulement que l'effet d'une basse température sur le fer et les aciers est d'augmenter jusqu'à un degré remarquable leur résistance maximum à la rupture et de réduire à zéro leur ductilité. Cet effet se fait aussi bien sentir sur les fers de Suède, le fer anglais et les aciers extra-doux que sur les aciers renfermant jusqu'à 1,25 et 1,50 % de carbone.

Un point fort curieux est que le chiffre de Brinell d'un fer de Suède au bois (Fe = 99,88 %) s'éleva de 90 (à la température ordinaire) à 266 (à — 182 degrés).

Le nickel et le manganèse diminuent très nettement l'influence de la basse température. M. Hadfield a étudié à ce point de vue une série d'alliages très intéressants, notamment des alliages fer-carbone-nickel-manganèse. Un acier renfermant :

C = 1,18 % Ni = 24,3 % Mn = 6,05 %,

a présenté dans l'air liquide une ductilité remarquable.

Dans sa conférence, M. Hadfield a même donné les résultats extraordinaires d'un acier porté à — 182 degrés; bien que nous n'ayons pas noté les chiffres, il nous semble qu'on atteignait une résistance de 260 kilogr. par millimètre carré avec 10 à 12 % d'allongement. C'est là assurément le chiffre le plus élevé qu'on ait jamais atteint pour la résistance à la rupture (nous avons obtenu 220 kilogr. à la température ordinaire sur un acier nickel-silicium); mais ce chiffre devient stupéfiant quand on considère les allongements qui y correspondent.

Traitements mécaniques. — M. L. CREPLET, Ingénieur de la Compagnie Internationale d'Électricité, de Liège, dans une conférence très concise, étudie l'application de l'électricité aux trains de laminage.

L'auteur montre d'abord que, pour un même écart de vitesse, l'écart de puissance est d'autant moindre que la chute de vitesse entre la marche à vide et la pleine charge est plus considérable. C'est pourquoi les machines à vapeur commandant les trains de laminage, possèdent des régulateurs permettant une variation de 50 % dans la vitesse. Ces variations de puissance ne peuvent être supportées par les machines électriques, il faut augmenter l'influence régulatrice du volant; ce but est atteint en augmentant le poids des masses tournantes, en substituant l'acier à la fonte ou en agissant sur l'écart de vitesse. C'est sur ce dernier point que s'arrête M. Creplet, en étudiant les divers modes d'attaque.

Avec moteur triphasé, on cherche souvent à agir sur les fréquences des génératrices (installation des Établissements Demerbes à Jemappes); avec le moteur à courant continu, on peut faire varier ou le voltage du courant d'alimentation ou l'intensité du champ inducteur; le moteur série ne peut être utilisé, parce qu'aux faibles charges, il emballe; le moteur shunt ne convient pas plus: il ne permet qu'un écart de vitesse de 5 %; au contraire le moteur compound peut conduire à des écarts de 50 %; enfin la Compagnie Internationale d'Électricité de Liège a fait breveter un moteur compound à excitation série spéciale qui répond bien à la commande des trains de laminage. Aux extrémités de l'enroulement série, est connectée une petite dynamo qui joue le rôle d'égalisateur de puissance; cette machine est munie d'une excitation différentielle: l'une est alimentée par une résistance ohmique traversée par le courant du moteur, l'autre est indépendante. La résistance ohmique est réglée de façon telle que, pour la marche à vide du train, tout le courant du moteur soit soutiré par l'égalisateur de manière que l'enroulement série soit inactif. Quand la puissance croît, l'excitation série augmente non pas proportionnellement au courant mais plus rapidement.

MÉTALLOGRAPHIE MICROSCOPIQUE. — La dernière séance du Congrès a été presque entièrement consacrée à la métallographie microscopique. M. H. LE CHATELIER, Professeur au Collège de France, a présenté deux mémoires d'une très grande importance: l'un sur la technique de la métallographie microscopique, l'autre sur l'examen métallographique des fers, aciers et fontes.

Nous avons fait ressortir dans un autre mémoire l'importance de la métallographie pour les alliages autres que ceux du fer. Nous tenons à donner quelques détails sur les mémoires de M. Le Chatelier, ce sera le meilleur moyen d'indiquer les progrès faits par la métallographie depuis que nous avons indiqué son principe et son mode opératoire dans le *Génie Civil* (1). Nous passerons donc en revue les différentes phases d'une opération micrographique:

Dégrossissage. — L'emploi de la meule d'émeri nécessite une vitesse assez grande et une pression faible de l'échantillon, sans quoi on l'écroute trop. Pour les aciers trempés, il faut absolument utiliser une meule complètement arrosée d'eau. On doit ensuite passer l'échantillon à la main sur les papiers d'émeri.

Finissage. — M. Le Chatelier insiste sur la nécessité d'avoir des matières de même grosseur de grains; il utilise plus particulièrement trois poudres successives préparées comme suit:

1^o L'émeri, obtenu en tamisant l'émeri 2^o du commerce entre les tamis 150 et 200;

2^o La potée, préparée en lavant la potée d'émeri du commerce la plus fine au moyen d'un courant d'eau ascendant, se déplaçant avec une vitesse de 1 millimètre environ par seconde;

3^o L'alumine, obtenue par décantation après des temps déterminés. Pour avoir un très beau fini, il faut utiliser le dépôt entre trois et douze heures.

Pour préparer la potée d'émeri comme il vient d'être dit, M. Le Chatelier préconise l'emploi d'un appareil qui permet un travail continu et dont la description ne peut trouver place ici.

Pour la décantation de l'alumine, l'appareil le plus simple consiste dans une grande pipette de 1 litre de capacité, ayant 50 centimètres de hauteur et se terminant à la partie inférieure par une partie conique, dont la pente est au moins de $\frac{3}{4}$, de façon à empêcher le dépôt de rester adhérent au verre; on mastique le tube supérieur de cette pipette sur un robinet à pointeau en cuivre, portant une tubulure latérale pour l'aspiration. Pour faire fonctionner l'appareil, on ouvre le pointeau, on met la tubulure latérale en communication avec une trompe à vide et l'on plonge la pointe de la pipette dans une grande capsule en porcelaine qui renferme l'alumine mise en suspension dans l'eau. On enlève la trompe et on laisse reposer. On vient décanter au moment voulu. Comme support des matières polies, M. Le Chatelier indique, comme lui ayant donné de bons résultats, de la flanelle étalée sur une glace, et maintenue tendue à l'aide d'une planche à dessin avec réglettes; pour fixer la poudre sur l'étoffe, il utilise un savon; cependant, pour l'alumine, qui parachève l'opération, il est préférable d'utiliser un moyen mécanique, meule de bois recouverte d'un drap ou disque de feutre.

Procédé d'attaque. — M. Le Chatelier rappelle les principaux modes d'attaque des aciers, notamment celui à l'acide picrique, dont l'emploi à cet usage a été découvert à son laboratoire par M. Igewsky. M. Kourbatoff a fait également au laboratoire de M. Le Chatelier une suite de recherches sur le rôle du dissolvant auquel le réactif est ajouté. Il a été conduit ainsi à recommander particulièrement la solution à 4 % d'acide nitrique dans l'alcool amylique qui semble encore supérieure à l'acide picrique.

M. Le Chatelier a lui-même reconnu qu'avec des solutions salines bouillantes, additionnées de corps oxydants quelconques, particuliè-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 44, p. 228.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 6, p. 96.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 23 et 24, et t. XLIII, n° 4, p. 8.

rement d'acide picrique, on colore très facilement la cémentite sans attaquer du tout les autres constituants des aciers. La solution à 25 % de soude caustique et 2 % d'acide picrique, chauffée au bain-marie à 100 degrés convient très bien. En effet, ce réactif ne produit qu'une attaque tout à fait superficielle qui donne les colorations successives des lames minces au fur et à mesure qu'elle avance mais elle ne pénètre jamais très profondément.

Microscope. — M. Le Chatelier revient sur la lampe au mercure et ses inconvénients (fragilité, longueur de pose, etc.); il lui préfère la lampe Nernst à deux filaments. Son modèle de microscope a subi quelques perfectionnements dont quelques-uns ont déjà été donnés dans le *Génie Civil* (1). On sait que maintenant la chambre photographique est horizontale; la platine est montée sur une colonne latérale, semblable à celles des microscopes ordinaires; elle porte deux chariots se déplaçant à angle droit, qui facilitent l'examen successif des différentes parties de l'échantillon. Enfin tout l'ensemble, lampe, lentille, microscope et chambre photographique, peut être monté sur un banc d'optique.

Dans son mémoire sur l'examen microscopique des fers, aciers et fontes, M. Le Chatelier a montré le parti industriel que l'on pouvait tirer d'un examen microscopique pour les alliages fer-carbone. Tout d'abord, l'examen d'une surface polie, qui n'a pas encore été attaquée, donne quelques renseignements qui ne sont pas à négliger : dans les métaux fondus, on voit des piqûres rondes qui sont tantôt remplies de gaz, tantôt de gouttelettes très fines de scories, restées en suspension au milieu du métal.

On voit aussi tous les éléments dont le pouvoir réflecteur est inférieur à celui du métal; c'est le cas notamment du graphite (fonte grise), des scories (fer puddlé), des sulfures de fer et de manganèse, qui ont une forme plus arrondie que la scorie et possèdent une couleur plus jaunâtre.

M. Le Chatelier insiste ensuite sur les réactifs qui permettent de différencier les constituants; il suffit de deux réactifs :

1° La solution d'acide nitrique à 4 % dans l'alcool amylique, fraîchement préparée;

2° La solution aqueuse à 25 % de potasse et 2 % d'acide picrique à la température de 100 degrés au bain-marie et plus simplement à l'ébullition pendant une durée de cinq minutes.

Ce réactif permet, comme on le sait déjà, de caractériser la cémentite qu'elle colore en gris. Il met en évidence non seulement la cémentite massive, mais encore les lamelles de cémentite de la perlite, quand celles-ci ont au moins $\frac{1}{1000}$ de millimètre d'épaisseur, mais il ne colore pas la cémentite de la perlite très fine. On ignore la raison de cette anomalie.

La solution d'acide nitrique dans l'alcool amylique colore en brun foncé, en une à cinq secondes au maximum, la sorbite, la troostite et la troosto-sorbite. Ces trois constituants, fait remarquer M. Le Chatelier, ne forment sans doute qu'une seule espèce, mais ils prennent naissance dans des conditions différentes. La perlite sera mise en évidence par une attaque de cinq à quinze secondes. On différencie aisément la perlite de la troostite par un frottement léger avec le doigt humide : la coloration de la troostite disparaît complètement. La martensite et l'austénite sont mises en vue au moyen du même réactif, mais par des attaques de plusieurs minutes; après l'attaque, un léger polissage final fait réapparaître les parties saillantes de la martensite seule.

Entrant dans la partie réellement industrielle de son sujet, M. Le Chatelier étudie le rapport qui existe entre les structures et le développement de la fragilité dans les aciers. Toutes choses égales d'ailleurs, la grosseur du grain varie dans le même sens que la fragilité du métal; de nombreux exemples sont donnés par des micrographies d'une netteté remarquable. Pour les aciers doux, le problème n'est pas encore résolu : cependant, on note parfois dans les métaux fragiles une structure lamellaire beaucoup plus accentuée que celle laissée par le laminage. M. Kourbatoff a signalé cette propriété du réactif nitroamylique de donner avec les aciers fragiles des apparences spéciales.

M. Le Chatelier termine son mémoire par l'étude de quelques fontes grises et de l'influence du recuit qui précipite une partie du carbone à l'état de graphite de recuit. La perlite disparaît simultanément, et ce phénomène commence à se produire autour des lamelles de graphites qui doivent amorcer la précipitation du graphite de revenu.

Dans sa conférence M. Le Chatelier s'est arrêté longuement sur ce point que souvent le microscope ne donne pas d'indications précises, que l'on distingue difficilement les différents constituants et que la vue obtenue est presque uniforme. C'est l'un des cas les plus intéressants pour l'industrie, puisque, à cette vue confuse, correspondent généralement les propriétés les plus intéressantes du produit sidérurgique examiné.

Dans une communication un peu détaillée, nous avons passé en revue l'application de la micrographie aux alliages autres que ceux du fer. Nous avons tout d'abord rappelé le lien intime qui existe entre la

courbe de fusibilité et la microstructure des alliages binaires (1) et insisté sur la définition et l'existence de solutions solides qui ont, au point de vue industriel, une importance si grande.

Puis nous avons montré le lien qui existe entre la constitution et les propriétés mécaniques des bronzes, des laitons, des bronzes d'aluminium, en un mot des principaux alliages de cuivre que nous venons d'étudier dans le *Génie Civil* (2).

QUESTIONS SE RATTACHANT INDIRECTEMENT A LA MÉTALLURGIE. — Différentes questions, se rattachant indirectement à la métallurgie, ont été traitées devant le Congrès.

M. F. JOTTRAND s'est fait l'apôtre de la soudure oxyhydrique; M. FOUCHÉ a défendu le chalumeau oxyacétylénique (3), et de la discussion qui a suivi, il ne semble rien être sorti si ce n'est que le prix de revient des deux soudures, qui s'équivalent en Belgique, est moindre pour l'acétylène en France. Quant aux reproches que les partisans du chalumeau à gaz oxyhydrique ont toujours adressés à l'acétylène et qui peuvent se résumer dans la carburation du métal et la production d'oxyde de carbone qui vicie l'air de l'atelier, ils ne semblent pas mérités; du moins aucun fait probant ne semble en démontrer l'existence; en tous cas, on peut et on sait aussi bien régler la flamme d'un chalumeau à acétylène que celle d'un chalumeau à hydrogène et par conséquent éviter la recarburation dans le premier cas, comme l'oxydation dans le second.

Toute la question semble résider dans le prix de revient et il paraît bien, du moins en France, que l'acétylène possède sous ce rapport un avantage considérable.

Une nouvelle communication de M. Jottrand, assurément l'une des plus intéressantes du Congrès attire spécialement l'attention des industriels sur l'emploi de l'oxygène pour le *coupage* des métaux et l'on peut dire que la solution trouvée est en même temps simple, élégante et absolument industrielle.

Le principe de la méthode est le suivant : le morceau de métal à couper est porté en un point à une température très élevée au moyen du chalumeau oxyhydrique (4); dès que la température est atteinte, le chalumeau va chauffer un point voisin, tandis qu'un jet d'oxygène sous pression est projeté à l'endroit qui vient d'être chauffé. L'oxygène, bien entendu, brûle le fer, en produisant de l'oxyde magnétique qui fond et la combustion continue.

Le procédé a d'abord été essayé sur des poutrelles et l'on procédait de la façon suivante : le chalumeau oxyhydrique était dirigé sur le bord de l'aile de la poutrelle dont un point était ainsi chauffé à blanc; à ce moment l'opérateur coupait le courant d'hydrogène et lançait dans le chalumeau un courant rapide d'oxygène pur, le fer entraînait en combustion et cette combustion continuait. La combustion ne se faisait pas cependant de façon très régulière, l'oxyde fondait, mais n'étant pas parfaitement fluide ne s'écoulait pas assez rapidement, tapissait la paroi métallique et empêchait le contact avec l'oxygène; dès lors la combustion s'arrêtait, l'extinction se produisait. On rétablissait le courant d'hydrogène, on rallumait le chalumeau, on chauffait au blanc, puis on lançait de nouveau l'oxygène et ainsi de suite. L'opération, comme on voit, était assez difficile à mener; de plus, la coupe obtenue était très irrégulière, les surfaces coupées étaient tapissées de gouttes et de traînées d'oxyde adhérent fortement au métal.

Enfin la dépense d'oxygène était considérable.

Des progrès très importants ont été faits et un appareil a été présenté au Congrès de la Métallurgie auquel on avait réservé les premières expériences. Cet appareil donne des résultats réellement extraordinaires; il permet de sectionner d'une façon très nette et continue, suivant un tracé quelconque, des tôles, des tubes ou autres pièces de fer ou d'acier et cela d'une façon très économique. On a pu sectionner des plaques ayant jusqu'à 100 millimètres d'épaisseur et cela sans plus de difficulté que pour une tôle de 10 millimètres; on a donc résolu ainsi le problème du coupage des plaques de blindage.

L'appareil utilisé est, en somme, formé de deux chalumeaux solidaires, qui suivent en même temps le tracé de la coupe; le premier chalumeau sert à chauffer; le second, qui suit le premier à une distance de 25 millimètres, envoie sur le métal chauffé un jet mince et violent d'oxygène pur, sous forte pression.

L'opération est extrêmement rapide; par conséquent, le métal n'est ni fondu, ni altéré; de plus on n'a à craindre aucune extinction. La vitesse avec laquelle le chalumeau chemine est de 20 centimètres à la minute pour une tôle de 15 millimètres d'épaisseur. Nous insistons sur ce point, que la section est extrêmement nette; de plus, la *voie* qui est créée par le coupage est de 2 millimètres pour une tôle de 15 millimètres et de 3 millimètres pour les tôles de 100 millimètres d'épaisseur.

Voici maintenant quelques renseignements sur la consommation.

Le coupage d'une tôle de 15 millimètres d'épaisseur et de 1 mètre

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, nos 23 et 24, et t. XLIII, nos 1, 2, 3 et 9.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, nos 8, 9, 10 et 11.

(3) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 4, p 54.

(4) A ce sujet, on doit pouvoir utiliser le chalumeau oxyacétylénique.

(4) Voir le *Génie Civil*, t. XLI, n° 12, p. 188.

de longueur exige 540 litres d'hydrogène et 540 litres d'oxygène, l'opération prend cinq minutes de temps. La main-d'œuvre n'entre donc que pour quelques centimes dans le prix de revient.

Inutile d'ajouter que cette communication frappa beaucoup l'esprit des auditeurs et que les expériences, qui eurent lieu le soir même avec plein succès, furent très suivies.

Le Congrès de la Métallurgie a fait de nombreuses excursions qui ont été des plus instructives, notamment aux Établissements de la Vieille-Montagne, aux usines de la Société Cockerill, à Seraing, à Ougrée, où l'on a pu voir fonctionner l'appareil de M. Bian, etc.

En résumé, le Congrès de la Métallurgie a eu pleine et entière réussite; il le doit tout particulièrement au Comité d'organisation et à son président, M. Magery, ainsi qu'au président de section, M. Greiner, Directeur des Établissements Cockerill et à son secrétaire, M. Renson, le directeur technique des Aciéries d'Angleur; il le doit aussi à la présence d'un très grand nombre de savants et industriels belges, français, allemands, anglais, etc., plus particulièrement à MM. Hadfield, Wedding, von Ehrenwerth et M. Le Chatelier qui a pris part à un très grand nombre de discussions et qui les a résumées en maintes circonstances avec une précision et une science à laquelle tous ont rendu hommage.

LÉON GUILLET,
Docteur ès Sciences,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

HYDRAULIQUE

AQUEDUC DE TORRESDALE

pour la distribution d'eau de Philadelphie.

Les importants travaux commencés à Philadelphie vers la fin de 1901, pour la distribution de l'eau filtrée dans cette ville, comportent quatre groupes de bassins filtrants. Le plus important de ces groupes est situé auprès de la rivière Delaware, en aval de Torresdale; l'eau filtrée qui en provient est amenée à Lardner's Point, où se trouve l'usine élévatrice, par un aqueduc souterrain passant en siphon sous la ville et même sous le fleuve (fig. 1). C'est cet aqueduc que nous nous proposons de décrire ici, d'après l'*Engineering News*.

Cet aqueduc a 4 209 mètres de longueur et 3^m 20 de diamètre; il forme une sorte de tunnel à section circulaire, situé à 33 mètres au-dessous du sol; il est relié à la surface par deux puits situés aux extrémités et ayant respectivement 35^m 70 et 32 mètres de profondeur.

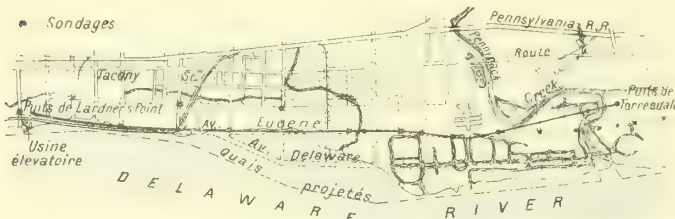


FIG. 1. — Plan de l'aqueduc de Torresdale.

Ce tunnel descend légèrement de Lardner's Point vers Torresdale. La pente uniforme est de 750 millimètres par kilomètre. Il peut débiter normalement 1 450 000 mètres cubes par vingt-quatre heures, mais on compte pouvoir accroître son débit jusqu'à 1 590 000 mètres cubes en augmentant la vitesse des pompes et en abaissant légèrement le niveau dans le puits de prise d'eau à Lardner's Point.

En plan, le tracé est à peu près rectiligne et parallèle au fleuve, s'écartant peu de la rive.

A l'emplacement de l'aqueduc, le sol avait été reconnu par seize sondages. Le terrain est constitué par des couches de sable et d'argile, d'une épaisseur moyenne de 10 mètres, au-dessous desquelles se trouve le roc. A une profondeur de 20 mètres environ, on ne rencontre plus beaucoup d'eau. C'est dans cette partie formée de gneiss dur sur 86 % du parcours qu'a été creusé le tunnel. On a dû cependant traverser quelques terrains sans consistance et parer à quelques infiltrations d'eau.

Puits. — Le puits de Torresdale (fig. 2) a 32 mètres de profondeur et même diamètre intérieur que le tunnel. Il a été foncé à l'aide d'un tube-caisson jusqu'au bon sol; on a fait descendre la trousse coupante un peu plus bas pour former un joint étanche et éviter les infiltrations de l'eau provenant des terrains supérieurs. L'intérieur du caisson, muni d'un revêtement en briques de 0^m 45 d'épaisseur, a été prolongé dans le bon sol jusqu'au fond du puits, après que le caisson eut été descendu à son niveau final. Le puits est raccordé au tunnel par une partie courbe de 4^m 80 de rayon. Les joints du caisson sont

assurés par des rondelles de caoutchouc de 5 millimètres d'épaisseur. A 8^m 50 du sol, le caisson porte deux tubulures en fonte, sur les-

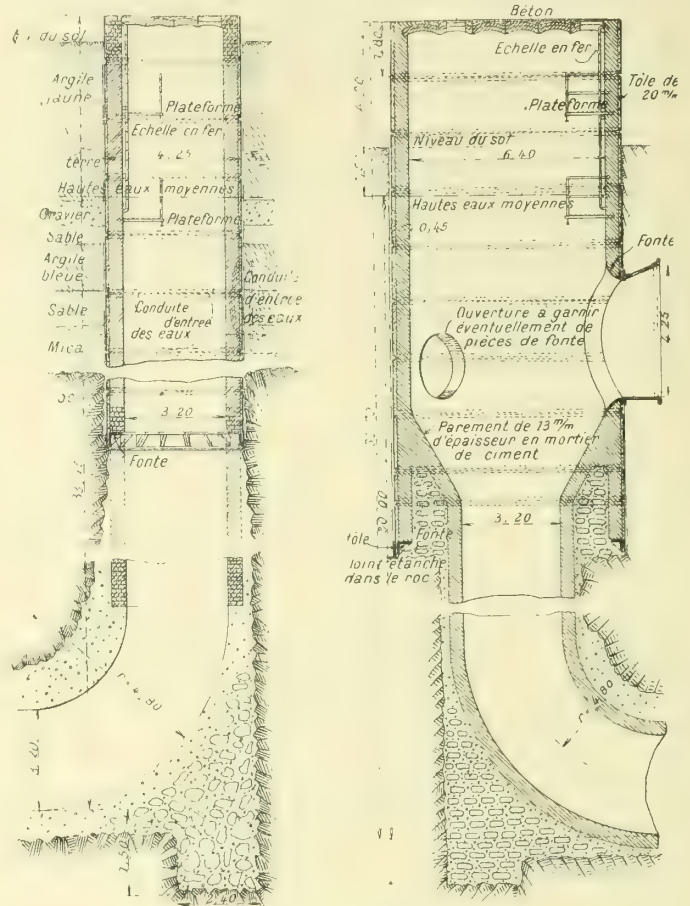


FIG. 2. — Coupe verticale du puits de Torresdale.

FIG. 3. — Coupe verticale du puits de Lardner's Point.

quelles viennent s'assembler deux tuyaux en tôle, de 2^m 10 et 2^m 40 de diamètre, destinés à l'alimentation de l'aqueduc. Ces conduites souterraines sont protégées par une gaine de béton de 0^m 60 d'épaisseur.

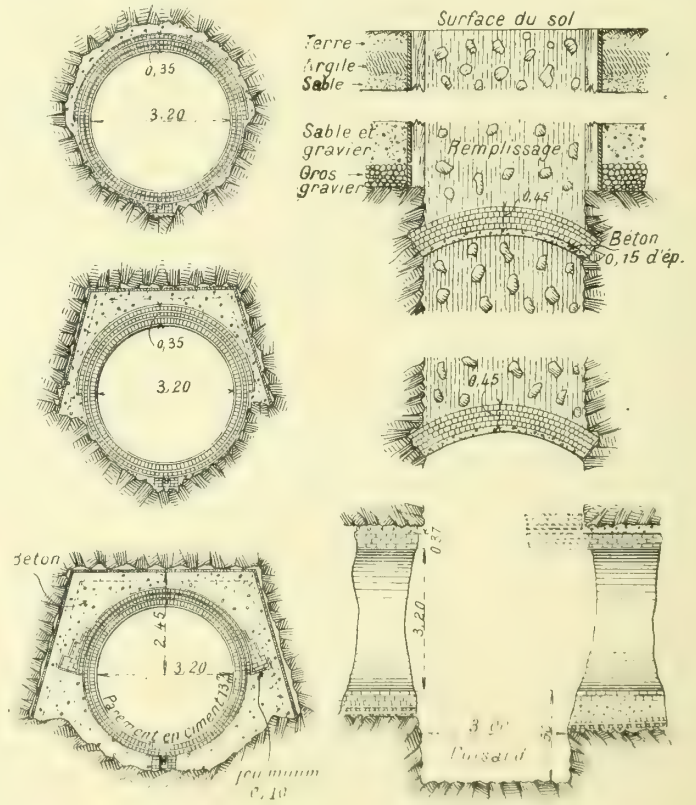


FIG. 4, 5 et 6.
Coupes transversales du tunnel en terrains résistants ou bouillants.

FIG. 7.
Coupe verticale d'un puits provisoire

Le puits de Lardner's Point (fig. 3) est semblable au précédent; il a 35^m 70 de profondeur; depuis le haut du caisson jusqu'à environ

9 mètres au-dessous du sol, son diamètre est porté à 6^m 40. A cette profondeur, c'est-à-dire un peu au-dessus de la trousse coupante, il forme entonnoir pour reprendre le diamètre ordinaire de 3^m 20.

A 6^m 50 environ au-dessous du sol, et un peu au-dessous du niveau des conduites d'alimentation du puits de Torresdale, se trouvent deux ouvertures de sortie de l'eau qui se rend aux puits d'aspiration des pompes. Comme dans le puits de Torresdale, l'une d'elles seulement entrera en service immédiatement, l'autre étant une conduite de secours. Elle est garnie d'un collier et d'une tubulure en fonte. Pour donner à ces puits une forme cylindrique parfaite et assurer leur verticalité, on a guidé la descente des caissons au moyen de charpentes en bois. Ils ont été prolongés de 1^m 50 au-dessous de la profondeur nécessaire, de façon à former des puisards facilitant le drainage des eaux d'infiltration pendant les travaux.

Tunnel. — Le tunnel est revêtu d'une paroi en briques de 0^m 35 d'épaisseur pour le demi-cylindre supérieur, et de 0^m 25 d'épaisseur pour le demi-cylindre inférieur (fig. 4 et 5). Le mortier de cette maçonnerie est composé d'une partie de ciment pour trois de sable. On a terminé par un enduit bien lissé en mortier de ciment, en vue de diminuer le frottement. Entre la paroi et le roc se trouve un remplissage en béton; à la partie inférieure, on a disposé une conduite de drainage en terre, de 0^m 10 de diamètre. Dans les parties où le tunnel traverse un mauvais sol, on a augmenté l'épaisseur du béton (fig. 5), et parfois ajouté quelques rangs de briques (fig. 6). Le béton employé dans cette partie est composé d'une partie de ciment pour trois de sable et cinq de cailloux ou de pierres cassées.

Construction du tunnel. — Pour activer le plus possible la construction du tunnel, outre les deux puits permanents décrits plus haut, on a foncé, sur le parcours de l'aqueduc, neuf autres puits, espacés de 300 à 500 mètres. Ces puits provisoires (fig. 7), de même diamètre que

les deux autres, ont été creusés en descendant des tubages d'acier jusqu'au bon sol, les matériaux excavés étant extraits à l'air libre; deux puits cependant ont dû être foncés à l'air comprimé; l'abatage de la roche se faisait au moyen d'explosifs. Lorsque les tubages étaient descendus, on y installait un appareil de levage à bennes; à l'intérieur, ils étaient revêtus d'un mur en briques et se terminaient, comme les puits permanents, par un puisard.

Après la construction du tunnel, ces puits provisoires ont été rebouchés au moyen d'un remplissage supporté par trois voûtes de 0^m 45 d'épaisseur, disposées comme le montre la figure 7, la première des voûtes n'étant en réalité qu'un renforcement de la paroi du tunnel, les deux autres orientées à 90 degrés avec la première, et s'appuyant sur le roc. Le remplissage a été exécuté en couches damées de 0^m 15 d'épaisseur.

Le fonçage d'un puits a demandé en moyenne quatre mois; pour quelques-uns, il a fallu sept mois. L'un d'eux a dû être refait deux fois, une charge de dynamite trop forte ayant défoncé le tubage d'acier.

Le percement de la galerie du tunnel a été exécuté de part et d'autre de chacun des neuf puits intermédiaires, et à partir des puits permanents, soit en tout vingt chantiers d'abatage. On faisait sauter d'abord la moitié supérieure de la galerie à l'aide de mines horizontales, puis ensuite la banquette, formée par la moitié inférieure restante, avec des mines verticales. Le percement simultané des deux séries de mines, effectué par trois perforatrices, demandait treize heures (vingt-cinq trous en moyenne); les explosions, produites toutes les vingt heures, déterminaient un avancement de 1^m 65 environ.

Pour exécuter les maçonneries, on bétonnait d'abord la moitié inférieure du tunnel entre le roc et un couchis appuyé sur des cintres fixés d'avance dans l'excavation; puis on exécutait un parement en ciment devant servir de forme à la paroi en briques. La partie supérieure du tunnel était ensuite construite de la même façon.

VARIÉTÉS

L'accident de Hall-Road, sur le chemin de fer électrique de Liverpool à Southport (Angleterre).

On sait qu'un grave accident s'est produit le 27 juillet dernier, à Hall-Road, sur le nouveau chemin de fer électrique de Liverpool à Southport. Le *Génie Civil* a exposé, en mai 1904 (1), peu avant l'inauguration du nouveau service, les conditions dans lesquelles s'est effectué le remplacement de la traction à vapeur par la traction électrique.

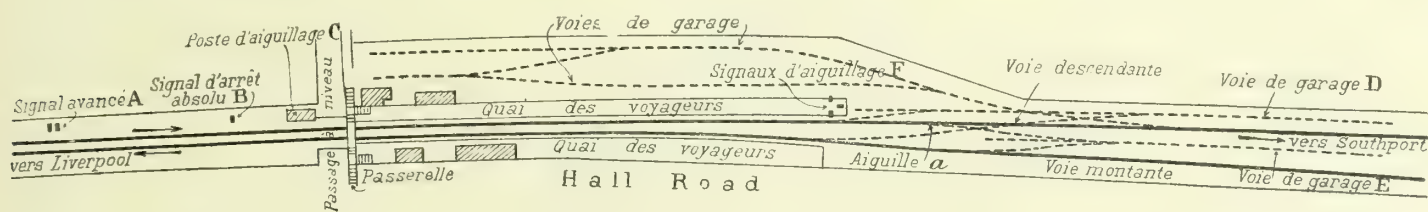
Comme c'est sur cette ligne qu'a porté le premier essai d'électrification des voies ferrées qui ait été fait en Angleterre et que la presse quotidienne anglaise a, en général, cru devoir attribuer la cause de la catastrophe à l'électricité, peut-être convient-il de remettre les choses au point.

Rappelons que le service est assuré par trois sortes de trains : des express, allant directement de Liverpool à Southport (30 kilom. en vingt-cinq minutes) (2), des trains omnibus s'arrêtant à toutes les

arriver; comme cette aiguille était enclenchée avec le signal F, indicateur de position d'aiguilles et les signaux de protection de la gare A et B, marquant l'arrêt, il lui fut impossible d'ouvrir ces derniers; il en conclut, non pas que sa manœuvre n'avait pas été faite, mais que le signal F s'était dérangé et il annula les indications des signaux A et B par un signal au drapeau indiquant la voie libre.

On ne sait si du point où il était placé à ce moment, il pouvait voir l'aiguille, mais le train garé était parfaitement visible. Cette explication a été fournie spontanément dans une lettre le lendemain de l'accident par l'aiguilleur lui-même. Elle paraît être la seule qui soit vraisemblable; elle concorde, d'ailleurs, avec les faits constatés et les témoignages. La distance entre l'aiguille et la tête du train arrêté n'était que de 150 mètres, ce qui, étant donnée la vitesse de l'express, ne laissait au wattman que cinq à six secondes pour couper le courant et appliquer le frein. La position des leviers sur le contrôleur, qui a été retrouvé, prouve cependant que la première manœuvre a été faite.

L'express s'engagea donc sur la voie de garage et vint heurter le train arrêté. La voiture de tête de l'express pénétra littéralement en s'y pulvérisant, dans la première voiture du train garé dont



Plan schématique montrant la disposition des lieux à la station de Hall-Road.

stations entre ces deux points terminus et des trains omnibus faisant toutes les stations entre Liverpool et Hall-Road, où a eu lieu l'accident. Les trains se composent de cinq voitures à intercommunication, montées sur bogies; la première et la dernière sont motrices avec deux cabines de manœuvre placées aux deux extrémités du train pour éviter les retournements et désaccouplements aux points terminus.

Le plan schématique ci-dessus, emprunté à l'*Engineer*, du 4 août, montre quelle était la disposition des lieux à la station d'Hall-Road.

Le train omnibus quittant Liverpool à 6 h. 20 m. du soir, avec Hall-Road comme terminus, avait été aiguillé sur la voie de garage E et attendait, pour retourner à Liverpool par la voie montante, le passage de l'express quittant Liverpool à 6 h. 30 m.; il était vide. L'aiguilleur, dont le poste est en C, avait la conviction ferme d'avoir manœuvré l'aiguille a pour donner la voie descendante au train express qui allait

la caisse est restée à peu près intacte, sauf la cabine du wattman. Dans cette première voiture (de 3^e classe, pour non-fumeurs), se trouvaient vingt-cinq voyageurs, la plupart femmes et enfants; vingt personnes y ont trouvé la mort; il y a eu, en outre, six blessés y compris le wattman et le conducteur.

Au point de vue des effets mécaniques, l'accident est remarquable en ce que : 1^o l'aiguille a été prise en pointe à grande vitesse sans qu'il y ait eu déraillement; 2^o aucune des roues des deux trains n'a quitté les rails : les deux bogies de la voiture de tête du train tamponneur ont eu toutes leurs connexions avec la caisse cisailées et ont continué leur chemin sous la première voiture du train tamponné, cisailant de même façon son premier bogie et le poussant au delà du milieu de la voiture.

Cette voiture après accident portait donc sur huit paires de roues n'ayant pas quitté les rails; cette situation, avec ce fait que sa caisse presque intacte renfermait les débris de la caisse de la première voiture du train tamponneur avec ses vingt-cinq voyageurs, a singulièrement compliqué les opérations de sauvetage. L'absence de déraillement

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n^o 4, p. 49.

(2) Cette vitesse était la même avec la traction à vapeur; l'emploi de la traction électrique a eu pour effet de ne réduire la durée du trajet que sur les trains omnibus seulement.

ment explique aussi comment les deux dernières voitures de chacun des trains ont été absolument indemnes et les deux autres à peine endommagées, et aussi comment les voyageurs des quatre voitures de queue ont été à peine secourus. Une fois déblayée, la voie était intacte et a pu être remise immédiatement en service.

Quoi qu'en ait dit, aucun des morts n'a été électrocuté; un plomb fusible sautait à la station centrale, au moment même de l'accident, rendant la voie descendante inoffensive; une seconde après, le même fait se produisait pour la voie montante, par suite d'un court-circuit provenant de la chute d'une pièce métallique.

Il n'y a eu aucun incendie reconnaissant l'électricité pour cause; on a vu, il est vrai, brûler des débris, mais ils avaient été mis en tas à proximité au fur et à mesure du déblaiement et allumés à dessein pour éclairer les travaux de sauvetage qui se poursuivirent pendant la nuit; les moyens de secours immédiatement disponibles dans la localité ont, d'ailleurs, totalement manqué, ce qui explique ce système d'éclairage un peu primitif.

On n'a constaté qu'un seul court-circuit: sur la motrice du train tamponné, entre le châssis et les câbles; le bois n'a été carbonisé que dans le voisinage et c'est le seul effet destructeur qu'on puisse attribuer à l'électricité. Les moteurs des bogies cisailés ne paraissent pas avoir souffert.

Tous les appareils semblent jusqu'ici avoir fonctionné normalement et l'aiguilleur, sur qui paraît devoir tomber toute la responsabilité de l'accident, est un homme âgé, très expérimenté, très sûr; son aberration mentale paraît inexplicable, sauf à l'attribuer au surmenage, assez général pour le petit personnel de certaines Compagnies de chemins de fer.

Influence de la fragilité de l'acier sur les effets du cisaillement, du poinçonnage et du brochage dans la chaudronnerie.

Cette question a fait l'objet d'une note de M. Ch. Fremont, présentée par M. Maurice Lévy à l'Académie des Sciences, dans la séance du 31 juillet; nous la reproduisons ci-après *in extenso*:

Le cisaillement, le poinçonnage et le brochage, d'après des expériences faites il y a plus de trente ans, passent pour altérer notablement la qualité de l'acier; c'est pourquoi les cahiers des charges pour constructions de chaudières, de ponts, etc., proscrirent le brochage et ne tolèrent le poinçonnage qu'à la condition d'enlever à la périphérie du trou poinçonné la zone écaillée, sur une largeur de 2 millimètres pour les aciers de ponts, et de 3 millimètres pour les aciers de chaudières.

Cependant certains constructeurs étrangers fabriquent des chaudières fixes, et même des chaudières de locomotives, en poinçant l'acier au diamètre définitif du trou, par conséquent sans faire disparaître la zone écaillée, et il ne paraît pas que ces chaudières se comportent plus mal en service et donnent lieu de ce chef à plus d'avaries que les autres.

J'ai pensé que cette divergence d'opinions tenait à la qualité des aciers auxquels on avait eu affaire et que le danger ou l'innocuité du poinçonnage et du brochage dépendaient en réalité de la fragilité ou de la non-fragilité du métal, qualité dont on ne tenait pas compte à l'époque des essais ci-dessus signalés.

Pour élucider cette question, j'ai pris trois tôles d'acier extra-dur, d'une résistance à la rupture de 40 kilogr., et d'un allongement de 25 à 30 % sur une longueur utile de 20 centimètres; deux de ces tôles, A et B, sont fragiles; à l'essai au choc sur barrettes 10×8 entaillées d'un trait de scie, la résistance vive de rupture est, pour A, de 2 kilogrammètres, et, pour B, de 6 kilogrammètres. La troisième tôle n'est pas fragile, sa résistance vive est de 25 à 28 kilogrammètres.

Dans ce choix d'échantillons de tôles, j'ai évité toute exagération; en effet, il y a des chaudières en service dont les tôles sont malheureusement plus fragiles que les tôles A et B, et il est facile d'obtenir des tôles en acier doux ordinaire au carbone, ayant une résistance vive supérieure à celle de la tôle C.

Dans chacune des tôles fragiles A et B j'ai percé :

1° Un trou au foret de 30 millimètres de diamètre;

2° Un trou au poinçon de 25 millimètres de diamètre et j'ai alésé la périphérie sur une zone de 3 millimètres de largeur;

3° Un trou au poinçon de 25 millimètres de diamètre, avec une contre-matrice de 25^{mm} 5; ce jeu minimum dans la matrice produisant le maximum d'altération du métal.

Dans la tôle non fragile C, j'ai poinçonné comme ci-dessus deux trous de 25 millimètres de diamètre, et à la broche j'ai agrandi un de ces trous jusqu'au diamètre de 30 millimètres.

Je n'ai pas cru utile de faire des essais de brochage dans les tôles fragiles, les essais de poinçonnage ayant déjà donné de mauvais résultats, et je n'ai pas fait d'essais avec trous forés ou alésés dans l'acier non fragile.

J'ai pris, tangentiellement à ces trous, des éprouvettes de 10×8 , que j'ai essayées au choc, les unes entaillées d'un trait de scie, pour constater la fragilité ou la non-fragilité du métal, et les autres non

entaillées, pour évaluer l'influence de la zone écaillée à la périphérie du trou.

Dans les deux cas, c'est naturellement la face tangente à l'intérieur du trou qui a été mise en tension dans l'essai de choc.

J'ai multiplié les essais pour la tôle non fragile C, étant donnée l'importance des résultats obtenus.

Résultats des essais au choc sur éprouvettes 10×8 .
(Travail en kilogrammètres.)

	Non entaillées.			Entaillées.		
	A	B	C	A	B	C
Métal initial	20	26	50	2	6	28
Métal à la périphérie du trou foré	18	26		2	8	
— — — alésé après poinçonnage	20	22		4	4	
— — — poinçonné	6	8		38 45 45	3 3 3	28 25 27
— — — poinçonné et broché				24 23 23 24		17,5 19 18 17,5

On constate dans tous les cas le manque de résistance vive dans le métal initialement fragile.

On constate la non-fragilité, même après poinçonnage et brochage dans la tôle non fragile, la diminution de la résistance vive constatée, surtout après brochage, provenant de ce qu'une partie de la résistance vive initiale a été absorbée par le travail mécanique du poinçonnage et du brochage, mais que la résistance vive résiduelle est de beaucoup supérieure à celle des tôles fragiles même avec trous forés.

La faute grave n'est donc pas tant de poinçonner et de brocher, que d'employer du métal fragile, car le métal fragile, même travaillé suivant les règles les plus rigoureuses de l'art, est toujours dangereux, et le métal non fragile est toujours sûr, malgré les dérogations aux prescriptions qui peuvent se produire accidentellement et se produisent en réalité presque toujours dans la pratique de la chaudronnerie.

Modification de la qualité du métal des rivets par l'opération du rivetage.

Dans une note relative à cette question, présentée par M. Alfred Picard à l'Académie des Sciences, dans la séance du 31 juillet, M. Charpy fait remarquer qu'une note précédente de M. Fremont (1) sur le même sujet, présentée à la même assemblée, pouvait conduire à une interprétation erronée; on pourrait croire que l'opération du rivetage améliore toujours la qualité du métal des rivets, alors que le fait ne se présente que dans le cas où la qualité initiale du fer ou de l'acier employés est défectueuse, ou du moins sensiblement inférieure à ce qu'elle aurait pu devenir après un traitement judicieux. Voici comment, d'après M. Charpy, il y aurait lieu d'envisager cette question :

Si l'on considère par exemple l'acier doux, on sait que ce métal acquiert le maximum de propriétés par un refroidissement brusque, à partir d'une température élevée, c'est-à-dire que, par ce traitement, on peut à la fois augmenter légèrement la résistance à la traction et diminuer considérablement la fragilité. Au contraire, les recuits à température relativement basse, ou le refroidissement très lent, à partir d'une température élevée, donnent des métaux dans lesquels la résistance à la traction est minimum alors que la fragilité peut devenir considérable.

Par ces simples modifications de traitement thermique, la résilience, ou résistance vive à la rupture sur barreau entaillé, peut varier, pour un même métal, dans le rapport de 1 à 40 et même davantage.

Entre ces deux cas extrêmes, on peut obtenir tous les états intermédiaires quand on fait varier la température initiale de chauffage et la durée de ce chauffage, la vitesse de refroidissement, et surtout, quand on superpose aux variations de température un travail mécanique plus ou moins énergique.

Dans le cas du rivetage, les circonstances du traitement subi par le métal sont à peu près définies par les conditions du travail à exécuter. On aura toujours un chauffage au rouge vif, peu prolongé, suivi d'un refroidissement moyennement rapide au contact des corps à river et accompagné d'un travail mécanique modéré.

Ces conditions conduisent à des qualités supérieures à celles que l'on obtient après un recuit prolongé à plus ou moins haute température ou après un chauffage suivi d'un refroidissement lent, mais elles sont notablement inférieures à celles que l'on obtiendrait en chauffant rapidement le métal à une température élevée pour le refroidir ensuite brusquement.

Il semble donc que, pour exprimer l'influence du rivetage sur la qualité du métal, on devra dire que, suivant l'état initial sous lequel on prendra le métal à rivets, on obtiendra par le rivetage soit une amélioration, soit une détérioration, ou encore que, parmi tous les états sous lesquels on peut amener un métal par des traitements différents, celui qui est produit par le travail du rivetage n'est pas le plus défectueux.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 11, p. 189.

Mégaphone à flamme.

Le mégaphone (1), imaginé par MM. G. Laudet et L. Gaumont, renforce les sons de toute nature en transmettant les vibrations dont l'intensité doit être amplifiée à une flamme convenablement agencée; il est disposé pour permettre l'amplification des sons enregistrés sur les phonogrammes plats ou disques du commerce.

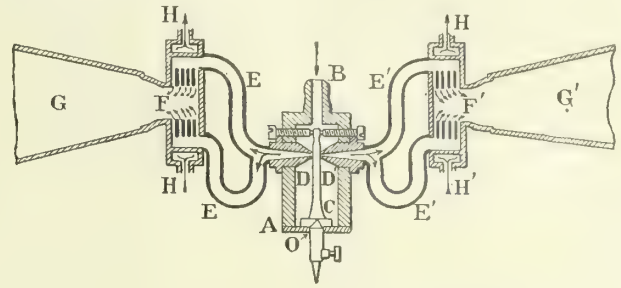
L'appareil se compose : d'un distributeur équilibré destiné à régler les quantités du mélange à brûler (air et acétylène) et d'un système de brûleur permettant d'allumer les gaz dans une chambre de combustion.

L'appareil distributeur se compose d'une chambre A, dans laquelle on introduit, par un conduit B, le mélange d'air et d'acétylène en proportions convenables et sous pression. Une palette C, articulée sur conteneurs, au point O, est montée sur le fond de la chambre A. L'étanchéité est assurée au point O par une rondelle élastique. Tout mouvement communiqué au style se trouve donc transmis à la palette C, à l'intérieur du distributeur.

De chaque côté de la pièce C, des orifices DD' laissent écouler les mélanges gazeux en quantités respectivement égales, tant que la pièce C est immobile.

Chaque déplacement de cette pièce augmente la quantité de gaz qui s'écoule d'un côté, en diminuant celle qui s'écoule de l'autre, de sorte que la quantité totale du mélange utilisé à chaque instant est constante, la pression à l'intérieur de la chambre est toujours la même et l'appareil parfaitement équilibré.

Les gaz sont recueillis et conduits aux brûleurs par une série de conduits EEE'E'. Les brûleurs sont constitués par une série de lamelles refroidies par un courant d'eau HH'; les gaz sont détendus et ramenés à une température telle que la combustion a toujours lieu dans la chambre FF', destinée à cet objet et exactement au point où les gaz



Appareil distributeur du mégaphone à flamme.

sortent des orifices du brûleur, ce qui est une condition essentielle de bonne marche. Deux pavillons GG' complètent l'appareil.

On peut employer des gaz dont les quantités auront été réglées par tout autre appareil que par le distributeur précédent; la puissance des sons obtenus augmente avec les quantités de mélange employées et l'énergie déployée pendant leur combustion.

Résultats de la course d'automobiles du 7 août, sur le circuit des Ardennes belges.

La course annuelle de voitures automobiles qui a été instituée, en 1902, par le baron Pierre de Crawhez est une épreuve de pure vitesse. Elle a lieu sur un parcours désigné sous le nom de « circuit des Ardennes belges » (fig. 1) dont la longueur est sensiblement de 120 kilom. et que les concurrents doivent couvrir cinq fois, pour faire un parcours total de 600 kilom., environ, parcours qui doit s'effectuer sans arrêt ni neutralisation.

Les voitures qui ont pris part à l'épreuve du 7 courant sont à peu près les mêmes que celles qui avaient concouru dans les épreuves éliminatoires de la coupe Gordon-Bennett, et dont le *Génie Civil* a donné la description (2).

Le circuit des Ardennes belges est composé d'excellentes routes, aussi les vitesses réalisées ont-elles été beaucoup plus grandes que sur le circuit d'Auvergne (3).

C'est une voiture Darracq, pilotée par Hémerly, qui a effectué le

CLASSEMENT N°	CONDUCTEURS	MARQUES	TEMPS	VITESSE MOYENNE
			h. m. s.	kilom.
1	HÉMERLY	Darracq	5 58 32	99,165
2	TART.	Panhard-Levassor.	6 13 37	93,250
3	LE BLON	Panhard-Levassor.	6 22 36	92,810
4	WAGNER	Darracq	6 24 10	92,520
5	HEATH	Panhard-Levassor.	6 24 20	92,485
6	DE CATER	Mercédès.	6 40 27	88,740
7	DURAY.	de Dietrich.	7 18 26	81,070
8	MONTJOIE.	Darracq	7 52 11	78,590

La voiture Darracq montée par Montjoie a, en outre, été classée première pour la catégorie des voitures légères.

Il y a lieu de remarquer que sur les huit voitures arrivées pre-

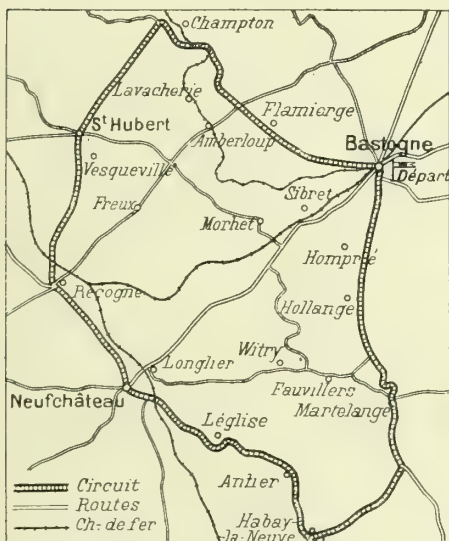


FIG. 1. — Circuit des Ardennes belges.

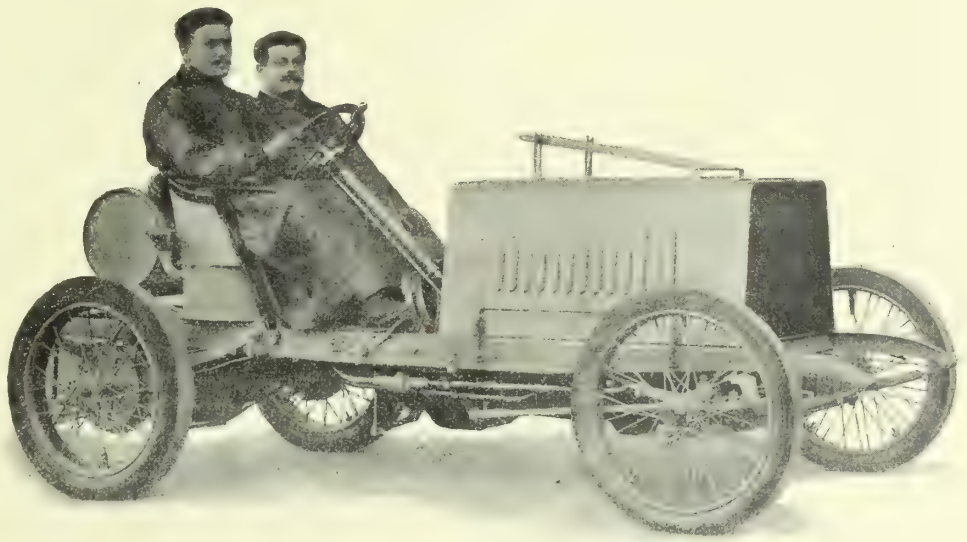


FIG. 2. — Vue de la voiture Darracq, gagnante du Circuit des Ardennes.

parcours total dans le meilleur temps, soit 5 h. 58 m. 32 s., ce qui représente une vitesse moyenne de bien près de 100 kilom. à l'heure (99^{km} 165). C'est la première fois qu'une pareille vitesse est obtenue sur une aussi longue distance. Certains tours, soit 120 kilom., ont même été faits à une vitesse moyenne de plus de 110 kilom. à l'heure.

Voici, d'ailleurs, le tableau de classement avec les vitesses moyennes obtenues sur tout le parcours qui a été exactement de 592^{km} 500 :

(1) D'après une note présentée à l'Académie des Sciences, par M. VIOLLE, dans la séance du 31 juillet.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 9, p. 137.

(3) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 40, p. 165.

mières, sept sont de construction française et munies de pneus Michelin. Seule la voiture Mercédès est de construction allemande et munie de pneus Continental. C'est donc un grand succès pour l'industrie française.

Rappelons, en terminant, que cette épreuve, qui a lieu sous les auspices de l'Automobile-Club de Belgique, avait été gagnée, en 1902, par Jarrot sur une voiture Panhard-Levassor avec une vitesse de 86^{km} 82; en 1903, par P. de Crawhez sur une Panhard-Levassor avec une vitesse de 87^{km} 309, et enfin, en 1904, par Heath montant encore une voiture Panhard-Levassor, en 6 h. 30 m. 49 s., soit avec une vitesse moyenne de 91^{km} 476.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 31 juillet 1905.

Acoustique. — *Sur un mégaphone.* Note de MM. G. LAUDET et L. GAUMONT, présentée par M. J. Violle.

Nous donnons, page 253, une description détaillée de l'appareil faisant l'objet de cette note.

Chimie générale. — *Sur l'état de la matière au voisinage du point critique.* Note de MM. Gabriel BERTRAND et Jean LECARME, présentée par M. H. Moissan.

L'auteur a répété l'expérience de Cagniard de La Tour dans un tube d'Andrews renfermant du bichromate de potassium dissous dans l'eau distillée et de l'alizarine dissoute dans l'alcool absolu.

Si l'on chauffe un tube scellé, bien exempt d'air, renfermant moins d'un tiers de son volume de l'une des solutions ci-dessus mentionnées, il y a vaporisation totale de l'eau ou de l'alcool un peu avant la température critique et le corps solide se dépose tout entier au fond du tube. Ceci montre déjà qu'au voisinage du point critique le corps solide n'est pas volatil, ni soluble dans la vapeur du dissolvant, au moins d'une manière notable.

Si l'on répète maintenant l'expérience avec un tube rempli au tiers, on assiste au phénomène du point critique : le niveau du liquide varie très peu et, à partir d'une certaine température, le ménisque s'aplatit, puis disparaît. Tout le tube semble alors rempli d'un fluide unique, animé de mouvements tourbillonnaires. La matière colorante qui, jusque-là, était restée confinée presque entièrement dans la partie liquide, se répand peu à peu jusqu'au sommet du tube et, après quelque temps de chauffage, le fluide est uniformément coloré. On peut dépasser la température critique, par exemple, d'une vingtaine de degrés, le bichromate ou l'alizarine restent dissous.

Au refroidissement, on voit apparaître un brouillard, puis une véritable pluie qui entraîne, dès le début, presque toute la matière colorante. Un très faible abaissement de température suffit pour provoquer la séparation des substances contenues dans le tube en une couche inférieure liquide d'un rouge intense et une couche supérieure gazeuse et sensiblement incolore.

Il semble donc qu'au voisinage de la température critique, aussi bien un peu au-dessus de cette température qu'au-dessous, la matière existe à la fois à l'état liquide et à l'état gazeux.

Electricité. — I. — *Passage de l'électricité à travers les couches gazeuses de grande épaisseur.* Note de M. E. BOUTY.

D'après les expériences antérieures de M. Bouty, le champ critique au-dessus duquel un gaz livre passage à de l'électricité est la somme de deux termes : l'un, caractéristique du gaz, indépendant de la température quand on maintient constants le volume et la masse, est largement prépondérant aux pressions supérieures à quelques dixièmes de millimètre de mercure; l'autre, dont l'influence n'est sensible qu'aux pressions très basses, dépend essentiellement de la pression diélectrique ou de la couche gazeuse adhérente.

L'auteur rapporte de nouvelles expériences dans lesquelles on a cherché à faire disparaître l'influence de ce terme perturbateur en donnant à la masse gazeuse des dimensions assez grandes.

Si, comme tout porte à le croire, on est encore loin, dans ces expériences, des champs critiques les plus minimes susceptibles de provoquer l'effluve, il y a lieu de penser qu'il y a, dans la haute atmosphère, une région où l'air raréfié ne peut supporter même le champ électrique terrestre normal sans livrer passage à de l'électricité.

A ces hauteurs, l'air serait donc normalement ionisé, et la distribution des ions serait telle que le champ électrique résultant tendrait rapidement vers zéro quand on s'élèverait davantage.

II. — *Le détecteur électrolytique à pointe métallique.* Note de M. G. FERRIÉ, présentée par M. Mascart.

L'auteur expose les propriétés et le mode d'emploi de son détecteur d'ondes hertziennes à pointe de platine, basé sur le contact imparfait d'une semblable pointe avec un électrolyte.

Mécanique. — *Sur le frottement de glissement.* Note de M. DE SPARRE, présentée par M. Maurice Lévy.

M. Painlevé a signalé un certain nombre d'exemples où les lois du frottement de glissement de Coulomb, appliquées sans transition à partir d'un instant initial, conduisent à une impossibilité ou à une indétermination (¹).

L'impossibilité disparaît si l'on admet que lorsque deux corps, en mouvement l'un par rapport à l'autre, viennent en contact, le coefficient de frottement, d'abord égal à zéro, croît très rapidement jusqu'à la valeur limite f relative au mouvement, à moins qu'il ne se trouve une valeur $f' \leq f$ qui rende la réaction mutuelle des deux corps infinie, auquel cas il se produit un arc-boutement qui donne naissance à une percussion. L'indétermination n'est donc qu'apparente.

Pour mettre ces deux faits en évidence, l'auteur reprend le problème suivant : Deux points matériels M et M₁ de masse 1 sont reliés par une tige rigide MM₁ sans masse de longueur r . Le point M est assujéti à glisser avec frottement sur une droite horizontale ox qu'il ne peut pas quitter (on doit donc le supposer compris entre deux guides horizontaux infiniment rapprochés) et le système MM₁ est mis en mouvement dans le plan vertical xoy passant par ox .

Métallurgie. — I. — *Influence de la fragilité de l'acier sur les effets du cisaillement, du poinçonnage et du brochage dans la chaudronnerie.* Note de M. Ch. FREMONT, présentée par M. Maurice Lévy.

II. — *Modification de la qualité du métal des rivets par l'opération du rivetage.* Note de M. CHARPY, présentée par M. Alfred Picard.

Nous reproduisons ces deux notes *in extenso* dans le présent numéro, page 252.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

Les enclenchements extérieurs des signaux et des appareils de voie dans les gares. — M. BLUM énonce, dans la *Zeit. des Ver. deutsch. Eisenbahnv.*, du 19 juillet, quelques principes servant de base à l'étude des enclenchements extérieurs des signaux et appareils de voie, c'est-à-dire des enclenchements qui ne se font pas dans la cabine de signaux, mais sur les appareils eux-mêmes.

Il en montre l'application à des exemples très simples d'aiguillages et de croisement de voies, et dresse les diagrammes correspondants qui donnent la clef des combinaisons réalisables ou irréalisables pour les enclenchements. Il examine enfin les avantages et les inconvénients de ce système, suivant l'importance de la gare, la répartition et la distance mutuelle des appareils à commander.

CHIMIE INDUSTRIELLE

Épuration des eaux résiduelles des usines à gaz. — Les petites et moyennes usines à gaz qui ne traitent pas leurs eaux résiduelles en vue de la récupération des produits ammoniacaux, s'en débarrassent difficilement lorsqu'elles ne sont pas limpides. Si la séparation des goudrons lourds et des huiles légères est facile à obtenir avec un peu d'attention, il n'en est pas de même de la séparation des huiles dont la densité est peu différente de celle de l'eau; elles restent émulsionnées très longtemps.

L'*Engineering Record*, du 27 mai, reproduit les idées exposées sur ce sujet par M. J. S. Mac Ilheny, à l'Ohio Light Association. Après avoir donné quelques conseils sur la séparation des produits de densité sensiblement différente de celle de l'eau, il décrit le procédé qui lui réussit le mieux. C'est une simple filtration sur du grèsillon de coke; le filtre qu'il emploie est en ciment; la matière filtrante repose sur des claies en bois analogues à celles des épurateurs.

L'auteur donne les dimensions de ces filtres, celles

des orifices d'arrivée et de départ des liquides, et décrit le dispositif qui, par un véritable siphonnage, permet l'évacuation des produits filtrés.

L'étude se termine par quelques données relatives aux nettoyages et à la capacité filtrante de ces appareils; l'auteur estime que les frais de manipulations sont largement compensés par le surcroît de valeur calorifique qu'acquiert le grèsillon par suite de l'absorption des produits goudronneux.

CONSTRUCTIONS CIVILES

Maisons ouvrières à Hechingen (Allemagne). — Le *Zentralbl. der Bauverw.*, du 8 juillet, signale un groupe de maisons ouvrières construites à Hechingen (dans le Hohenzollern) et dont les locataires deviennent propriétaires au bout de trente à quarante ans, en payant un loyer de 200 à 250 francs.

Ces maisons, très simples mais isolées chacune au milieu d'un petit enclos, se composent d'un rez-de-chaussée et d'un grenier avec fenêtres verticales et lucarnes; le toit forme auvent sur un des côtés.

Le rez-de-chaussée comprend deux ou trois pièces, plus une cuisine et un escalier.

Une partie de la charpente est apparente, et donne un air de maison normande à ces habitations.

Le prix de revient est de 4 500 à 5 500 francs, suivant le type de maison, soit environ 85 francs par mètre carré de surface bâtie.

MÉCANIQUE

Les câbles métalliques. — Dans la *Schweiz. Bauzeit.*, du 15 juillet, M. Siegfried ABR passe en revue la plupart des types de câbles métalliques usités dans l'industrie, soit les types anciens avec âmes en chanvre, soit les types plus récents fabriqués avec des fils de sections diverses s'emboîtant les uns dans les autres et donnant des câbles à section pleine. Ces derniers ont l'avantage d'une résistance bien supérieure à poids égal, d'une grosseur moindre, d'une usure plus lente en raison du poli de leur surface et d'une meilleure protection contre la rouille; etc. On peut d'ailleurs restaurer ces câbles en changeant la couche périphérique des fils quand celle-ci est usée, les couches internes restant bonnes.

Un câble de ce genre a été fourni pour le port François-Joseph à Prague; il a 92 millimètres de diamètre et pèse 50 kilogr. par mètre.

Les fils d'acier que l'on utilise couramment pour la fabrication des câbles ont une résistance à la rupture de 200 kilogr. par millimètre carré.

Comme installations importantes de câbles métalliques à grande portée, on peut citer un transporteur de 1 150 mètres de portée, à Mazatlan (Mexique), supportant des charges de 1 500 kilogr.; un transporteur de 35 kilom. amenant le minerai à la gare de Chilceto (Argentine); un câble établi pour la construction d'un fort italien au mont Genève avec deux portées de 1 250 mètres chacune, etc.

Dans cette dernière installation, les bennes portent 400 kilogr. et se suivent à 500 mètres d'intervalle; les câbles porteurs ont respectivement 22 millimètres de diamètre (pour les bennes vides) et 28 millimètres (pour les bennes pleines); le câble tracteur a 22 millimètres; sa vitesse est de 2 mètres par seconde. La pente atteint jusqu'à 45 degrés.

Enfin, on a lancé au-dessus de la baie de Carquinez, entre Selma et Contra Costa (Californie), un câble électrique de 1 350 mètres de portée qui fait partie du transport d'énergie à 40 000 volts entre Colgate et Oakland; le point le plus bas est à 60 mètres au-dessus des eaux, ce qui a nécessité la construction de pylônes élevés sur les rives.

Il existe aussi un fil téléphonique, en bronze, de 3 millimètres de diamètre et 2 400 mètres de portée, entre Quinten et Murg.

Les transmissions par courroies. — M. Rudolf HUNDHAUSEN a réuni dans le *Dinglers Polytechnisches*, des 4, 10, 24 et 30 juin et du 15 juillet, une série d'exemples de transmissions par courroies réunissant les cas les plus variés. L'auteur a eu principalement en vue les transmissions légères, comme celles des filatures et usines à moteurs de faible puissance. Les supports, galets tendeurs, appareils de renvoi, appareils de mise en route et de débrayage, etc., y sont représentés par des types très variés qui peuvent constituer une source de renseignements pour l'étude d'un projet d'installation d'atelier.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 20, p. 327. (Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)

Machines à dresser et à percer les brides de tuyaux. — L'Engineer, du 7 juillet, donne la description de deux machines, type Pollock et Macnab, qui sont destinées, l'une à dresser en même temps les deux brides d'un tuyau, l'autre à percer ces deux brides.

Le diamètre des tuyaux peut varier de 102 à 760 millimètres de diamètre intérieur et de 229 à 1020 de diamètre extérieur, la longueur des tuyaux peut aller jusqu'à 7^m 60.

Pour la première de ces machines, six outils, trois à chacune des extrémités du tuyau, travaillent en même temps et peuvent découper le métal avec une vitesse de 12^m 20 par minute. Pour le perçage quatre outils fonctionnent en même temps.

La machine à percer pèse environ 10^t 5.

MÉTALLURGIE

Le procédé Roe pour le puddlage mécanique du fer. — Ce procédé, qui a été appliqué pour la première fois par James P. Roe, à Pottstown (États-Unis) en 1902, a subi, depuis, des modifications de détail importantes. C'est le procédé tel qu'il est appliqué actuellement que décrit M. J. HARTSHORNE dans l'Iron Age, du 15 juin.

Le four à puddler est une sorte de boîte rectangulaire de 6 mètres de longueur sur 2 mètres de largeur, pouvant tourner d'un angle maximum de 65 degrés autour d'un axe horizontal parallèle aux petits côtés. Cet axe étant placé vers le milieu de ces petits côtés, le four est sensiblement en équilibre. Les gaz combustibles et l'air arrivent par les deux tourillons opposés se faisant face; grâce à cette disposition, ils se mélangent parfaitement dans le four. L'introduction et la sortie des matières se font par une porte située en bout.

Dans le four, préalablement chauffé, on charge d'abord du minerai ou des oxydes de battitures; ils forment joints et couverte pour tout le garnissage du four après une ou deux oscillations. Cette couverte est choisie de façon à agir comme désulfurant ou déphosphorant. On charge ensuite la fonte liquide, pouvant provenir directement du haut fourneau, et on la saupoudre en quantité suffisante avec des scories oxydantes. Les crasses de laminage, pauvres en silice, conviennent parfaitement à cet usage. Pendant toute la durée de cette addition, le four oscille rapidement et sous de grands angles; aussitôt qu'elle cesse, le tout commence à bouillir et à se boursoufler; on diminue alors les amplitudes et la vitesse des oscillations.

Le bouillonnement est beaucoup plus intense et plus rapide que dans le four à puddler ordinaire ou que dans le fer Danks.

On agite alors la masse à mesure qu'elle épaissit, de façon à rassembler le fer en une loupe; à cet effet, le four, qui est arrondi avec une courbure prononcée à une extrémité tandis qu'il est à paroi sensiblement plane à l'autre, reste un peu au repos à la fin et au milieu de chaque oscillation.

Quand la loupe est formée et roule librement dans le bain de scories, on verse le tout dans un squeezer, sorte de presse hydraulique agissant simultanément par en haut et latéralement pour exprimer toute la scorie. On en sort un bloom parallépipédique immédiatement prêt à subir le laminage.

L'auteur donne en détail la composition du garnissage, des scories, des crasses; il décrit les différentes parties du four et du squeezer et rend compte, par de nombreux exemples d'analyses et d'essais, de la qualité, de l'homogénéité et de l'uniformité du métal obtenu par ce procédé.

Il termine en passant en revue les différents usages auxquels le fer, très pur, obtenu par ce procédé, convient plus particulièrement.

L'industrie sidérurgique dans le grand-duché de Luxembourg depuis 1879. — M. Gustav Loose, dans une conférence faite à la réunion des métallurgistes luxembourgeois, que publie le Stahl und Eisen, du 15 juillet, retrace le développement qu'a pris l'industrie sidérurgique dans le bassin lorrain et luxembourgeois depuis l'apparition du procédé Thomas en 1879, et son application à Hayange, en 1882, par M. de Wendel, bientôt suivie d'un grand nombre d'autres.

Il fait ressortir les conditions économiques rencontrées successivement par les industriels de la région, les ententes financières entre les différents établissements, les modifications successives de la production en face des débouchés et des concurrences, soit européennes, soit américaines, et termine en remarquant, d'après les statistiques les plus récentes

dont il cite quelques chiffres principaux, que, pour les fontes du Luxembourg, le marché allemand est perdu, le marché français tend à devenir un concurrent sérieux, enfin le marché belge offre un débouché peu avantageux. Il convient donc que l'industrie luxembourgeoise se ménage la possibilité de transformer ses fontes dans ses propres usines ou dans des usines étrangères associées avec elle.

MINES

Les gisements pétrolifères de la Roumanie. — Le développement de la consommation du pétrole attire actuellement l'attention sur les gisements encore inexploités, et notamment sur ceux de Roumanie, qui commencent seulement à être mis en valeur et qui donnent beaucoup d'espérances.

D'après une monographie publiée à Bucarest, par M. TOROCEANO, Ingénieur des Arts et Manufactures, la Roumanie vient après l'Amérique du Nord, la Russie, les Indes néerlandaises et la Galicie, mais dépasse les Indes anglaises très notablement. La production moyenne des puits tend d'ailleurs à s'abaisser en Russie et en Amérique, signe d'appauvrissement des réservoirs naturels.

Les terrains pétrolifères de Roumanie sont de formation tertiaire; en Moldavie, ils appartiennent à l'éocène et présentent de l'analogie avec ceux de Galicie, tandis qu'en Valachie ils se rapprochent de ceux du Caucase et appartiennent à la formation miocène.

La production, dans ce pays, a monté de 135 000 tonnes en 1898, à près de 500 000 en 1904; elle est presque totalement fournie par la Valachie, les exploitations de Moldavie ne donnant encore que de trop faibles résultats.

La production moyenne d'un sondage est de 6 tonnes par jour; le district de Dambovitza paraît spécialement favorisé (production moyenne, 9 tonnes en 1903).

Le nombre des sondages fonctionnant utilement était, pour 1904, de 184.

Le tableau ci-dessous indique la proportion des huiles légères et lourdes dans les pétroles des principaux pays.

	Amérique.	Russie.	Galicie.	Roumanie.
	%	%	%	%
Huiles légères. . . .	43	9	3	24
— lampantes. . . .	68	30	60	33
— lourdes. . . .	47	61	35	43

M. Toroceano estime à près de 100 000 hectares la surface pétrolifère de la Roumanie; la profondeur à laquelle se trouvent les meilleures nappes atteint environ 700 mètres en Moldavie, tandis qu'elle est de moins de 500 mètres en Valachie, où les gisements semblent d'ailleurs plus puissants. Leur distance au port de Constantza, sur la mer Noire, n'est que de 350 kilom. en moyenne, tandis que de Bakou à Batoum, pour ne considérer que les pétroles de Russie, il y a 900 kilom., d'où un supplément important de frais de transport.

Le Danube permettra, d'autre part, d'amener les pétroles roumains à peu de frais (25 francs par tonne, d'après l'estimation de l'auteur) au centre de l'Europe, à Ratisbonne, par exemple.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Chauffage et ventilation du Majestic-Theatre, à Boston (États-Unis). — Les installations de chauffage et de ventilation de ce nouveau théâtre sont décrites dans l'Engineering Record, du 17 juin. Elles présentent les particularités suivantes en ce qui concerne la ventilation.

L'air pur est distribué aussi également que possible en tous les points comme, par exemple, sous les sièges du parterre et des fauteuils d'orchestre, et l'air vicié a des ouvertures de sortie spéciales qui sont aussi distribuées assez uniformément; il s'en trouve notamment entre les balcons et galeries des différents étages.

Avant les représentations, ou pendant les répétitions, c'est-à-dire chaque fois que la salle n'a pas besoin d'être chauffée, on ferme certains registres pour que le chauffage et la ventilation n'aient lieu que sur la scène et dans les seuls locaux qui en dépendent. Les loges des artistes peuvent même être desservies indépendamment.

Le chauffage s'effectue d'après un système qui tend à se généraliser en Amérique, en faisant passer l'air destiné à la ventilation autour de canalisations d'eau chaude ou de vapeur; cet air est débarrassé de ses poussières par son passage à travers des

tamis ou des filtres. La température est réglée automatiquement. Il est pourvu également à l'humidification de l'air, si cela est nécessaire.

La ventilation se fait de telle sorte que l'air des locaux est légèrement en pression sur l'extérieur, néanmoins tous les conduits d'évacuation débouchent dans une chambre collective, placée au centre et au-dessus du plafond de la salle, et l'air vicié qui s'y rassemble est expulsé au dehors par un ventilateur aspirant-soufflant.

Les premières machines à vapeur en Allemagne. — Parmi les industries qui réclamaient autrefois une force motrice supérieure à celle des hommes ou des chevaux, celle des mines était au premier rang, et souffrait vivement de ne pouvoir épuiser les galeries inondées ni remonter aisément les trésors cachés dans la terre. On en était réduit, en Angleterre, à abandonner un grand nombre de mines, quand la machine de Newcomen vint permettre d'y remédier. Les machines à balancier, d'abord construites en Angleterre, se répandirent sur le continent. Dès 1773 il en existait une en Lorraine, à Grisborn. Quelques années plus tard, le roi Frédéric chercha à les multiplier; en 1785 une machine d'exhaure, dont les organes ont été fabriqués un peu partout en Allemagne, est installée à Hettstadt et fonctionne régulièrement. Une inscription commémore aujourd'hui ce fait.

De 1790 à 1800, les machines à vapeur deviennent nombreuses dans le Hartz, en Silésie, dans la Prusse rhénane.

En 1800, la première machine à vapeur pour commande d'usine est installée à Berlin, à la manufacture royale de porcelaine; elle a fonctionné jusqu'en 1824.

Les photographies de plusieurs de ces anciennes machines, ainsi que des renseignements biographiques sur les premiers constructeurs et personnalités intervenus dans leur vulgarisation sont contenus dans une étude historique de M. MATSCHOS, que publie la Zeits. des Ver. deutsch. Ing., des 3, 10 et 17 juin.

La transmission de la chaleur par les surfaces de chauffe des chaudières à vapeur. — La détermination, pour chaque nature de surface de chauffe, du coefficient de transmission de la chaleur, dans un générateur de vapeur, présente pour l'ingénieur un intérêt primordial. Cette détermination a priori dépend cependant d'hypothèses qui demandent à être examinées et justifiées.

Reprenant les études précédemment publiées sur cette question, par exemple par M. Mollier dans la Hütte, par M. Gutermuth et M. Fuchs dans la Zeits. des Ver. deutsch. Ing., par M. Morison dans l'Engineering, M. Jens RUDE établit, dans le Dinglers Polytechnisches, des 15 et 22 juillet, une formule qui donne ce coefficient et en discute les résultats en les comparant avec ceux des expériences faites par les autres ingénieurs qui ont fait des recherches sur le même sujet.

Les surchauffeurs de vapeur. — Le Praktische Maschinen Konstrukteur, du 6 juillet, publie une note relative au calcul des dimensions des surchauffeurs de vapeur, donnant deux exemples, l'un de surchauffeur à chauffe directe, l'autre à chauffe indirecte. Dans le premier cas, on suppose une chaudière donnant par heure 8 000 kilogr. de vapeur à 8 kilogr., avec 5 % d'humidité, et qu'il s'agit de surchauffer à 250 degrés. Ce résultat peut être obtenu avec un appareil tubulaire de 100 mètres carrés, constitué par un faisceau de dix-huit tubes de 50 millimètres de diamètre.

Dans le second cas, il suffit de 25 mètres carrés de surface de chauffe pour porter à 250 degrés les 1800 kilogr. de vapeur à 3 % d'humidité et 10 kilogr. de pression que la chaudière est supposée fournir.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

Calcul graphique des déformations des grues à volée curviligne. — M. PANETTI, professeur à l'École supérieure navale de Gênes, expose, dans le Giornale del Genio Civile, de février, une méthode graphique générale pour le calcul des déformations d'un arc plan quelconque; cette méthode a principalement en vue l'étude des déformations des grues à volée curviligne qui en est une application immédiate.

L'auteur examine d'abord la répartition des réactions verticale et horizontale, et divise les grues à

volée curviligne en deux classes suivant le point où s'exerce la réaction horizontale :

1° Grues pivotantes portées par le pivot inférieur dont les principaux types sont les grues à fosse et celles employées à bord des navires, soit pour lever l'ancre, soit pour suspendre les embarcations ;

2° Grues pivotantes portées par le pivot supérieur qui comprennent toutes les grues à colonne fixe.

M. Panetti montre ce qui différencie ces deux classes d'appareils au point de vue des déformations subies sous l'effet des charges extérieures et indique comment les méthodes de calcul pour la première classe peuvent être appliquées à la seconde.

Une application de la méthode décrite est faite au calcul d'un portemanteau construit pour une charge utile de 8 500 kilogr. Dans une étude préliminaire, servant de base à la détermination des sections des divers organes de l'appareil, on n'aurait pas à tenir compte du poids propre du portemanteau mais les calculs seraient en tous points semblables à ceux qui sont exposés.

En terminant son étude, l'auteur montre comment on peut étendre sa méthode au calcul d'un arc symétrique, et met en garde contre les inconvénients de l'emploi des formules obtenues qui ne tiennent pas compte des efforts normaux, lesquels, dans ce cas, ont souvent une grande importance.

Machine pour l'essai des entretoises par vibration. — Les simples essais de traction, autrefois seuls prescrits pour la réception des matériaux, sont de plus en plus reconnus insuffisants, et tendent, comme on le sait, à être remplacés ou complétés par des essais qui placent le métal dans des conditions plus voisines de celles où il se trouvera dans la pratique.

Dans cet ordre d'idées, l'*American Machinist*, du 1^{er} juillet, signale une machine destinée à essayer par vibration les entretoises de locomotives. L'entretoise étant fixée par l'une de ses extrémités, l'autre extrémité décrit un cercle de 3 millimètres de diamètre, et doit le décrire un nombre déterminé de fois (1 800 à 2 500) pendant que l'entretoise est sous tension.

La machine se compose d'un arbre avec mandrin excentrique dans lequel s'engage l'extrémité de l'entretoise, l'autre extrémité étant serrée dans un mandrin fixe. Un ressort à boudin préalablement taré donne la tension désirée. Un compteur est monté sur l'arbre.

Dans une autre machine, la flexion est obtenue, non pas par une course circulaire, mais par un déplacement alternatif rectiligne de l'extrémité de l'entretoise.

TRAVAUX PUBLICS

Transporteurs à câbles pour le chargement des navires sur les côtes inabordables. — Quand il s'agit de charger des navires retenus à distance du rivage, il est souvent avantageux, pour économiser les dépenses considérables d'un appontement fixe dans les installations peu importantes ou d'un caractère provisoire, comme c'est fréquemment le cas des mines, d'employer des transporteurs à câbles. Le *Génie Civil* a déjà décrit (1) une installation de ce genre faite dans l'île d'Elbe, à Porto Ferraio.

M. DIETERICH, dans une conférence au Verein für Eisenbahnkunde, à Berlin, reproduite par les *Annalen für Gewerbe*, des 1^{er} et 15 juin, en cite d'autres exemples, remarquables par la multiplicité des services que peut rendre une installation de câbles porteurs soit dans les régions montagneuses, soit sur la côte. Parmi celles dont il donne des plans schématiques et des photographies, nous signalerons l'installation des mines de fer de Monte Silvarosa, en Espagne ; de la sucrerie de Stralsund, en Prusse, et des mines de Thio (Nouvelle-Calédonie).

Aux mines de Thio, les difficultés de construction ont été considérables, en raison de la faible pente du rivage (il a fallu aller jusqu'à 1 kilom. en mer pour trouver la profondeur nécessaire aux navires), de la nature sableuse et inconsistante du fond, de l'existence de bancs de corail, etc. La station en mer se compose d'un appontement métallique de 75 mètres sur 16 mètres, fondé sur trois grosses piles cylindriques dont la charpente formant caisson a été remplie de béton après avoir été amenée sur place.

Cette station en mer est reliée à la côte par un transporteur à câbles soutenu par des pylônes

légers en fer lesté de béton ; la capacité de la ligne est de 100 tonnes par heure ; les bennes de 750 kilogr. font 2 mètres par seconde.

Sur l'appontement sont installés deux ponts roulants mobiles, dont les poutres horizontales débordent de chaque côté, de façon à desservir deux navires à la fois, un sur chaque côté de l'appontement. Les extrémités de ces poutres peuvent se relever verticalement, de façon à faire circuler le pont roulant sans atteindre les agrès des navires.

Ces ponts roulants, munis de leur machinerie, servent à décharger les navires ; quant au chargement du minerai, il se fait par simple basculement des bennes dans les trémies de l'appontement.

Ouvrages récemment parus.

Éléments de Sidérologie, par le baron Hanns von JÜPTNER, professeur à l'École des Mines de Leoben, traduits de l'allemand par E. PONCELET et A. DELMER, Ingénieurs. — Deuxième partie : *Relation entre le traitement thermique et mécanique. La constitution et les propriétés des alliages de fer.* — Un volume de 437 pages, avec 87 figures dans le texte. — Ch. Béranger, éditeur, Paris. — Prix : relié : 20 francs.

Nous avons déjà signalé aux lecteurs du *Génie Civil* (1) le premier volume des *Éléments de Sidérologie*, du baron Jüptner. Cette première partie de l'ouvrage du savant professeur autrichien, consacrée à l'étude des alliages de fer et des scories, a été très remarquée dans le monde des spécialistes et l'on peut dire que la deuxième partie n'offre pas un moindre intérêt.

Elle débute par un exposé développé de l'application aux solutions fer et carbone, des nouveaux travaux de Roozeboom et de ses disciples sur la loi des phases. L'ouvrage est divisé en trois parties.

Le livre I traite de l'influence du traitement thermique et mécanique des alliages de fer sur leur constitution. Il se termine par un exposé — en appendice — de ce qui a été dit et observé relativement au phénomène de ségrégation dans les pièces coulées.

Le livre II étudie les propriétés physiques des alliages de fer dans leurs relations avec la composition chimique, la texture morphologique et le traitement thermique et mécanique.

Enfin le livre III traite des rapports entre la constitution, le travail et les propriétés mécaniques des alliages de fer.

Le volume se termine par une bibliographie des mieux documentées et un index des auteurs cités dans l'ouvrage.

Les compilations du professeur von Jüptner sont consciencieuses, exactes et complètes, utiles, par conséquent, pour remplacer les sources auxquelles on ne peut aller puiser. Toutefois, suivant l'appréciation de M. Osmond, l'auteur ne fait pas œuvre personnelle dans son livre. « C'est de la photographie, dit M. Osmond, non de la peinture. » Certes, cette manière a ses avantages ; une photographie peut être plus utile qu'une œuvre d'art, comme document ; et, comme œuvre documentaire, l'œuvre du baron von Jüptner, très bien présentée par ses savants et consciencieux traducteurs, reste au-dessus de tout éloge.

A. POURCEL.

Une industrie sans grèves : les mines anglaises, par B. RAYNAUD. (*Bibliothèque du Musée social.*) — Un volume petit in-8° de 160 pages. — A. Rousseau, éditeur, Paris, 1905. — Prix : 3 francs.

Chargé par le Musée social d'étudier les rapports entre le capital et le travail dans les mines anglaises, où le nombre des ouvriers représente environ le dixième de toute la population ouvrière du Royaume-Uni, M. Raynaud présente, dans ce volume, les résultats de son enquête et insiste d'abord sur ce point que le *modus vivendi* actuel, dans cette industrie, est essentiellement le résultat de l'expérience.

En raison de l'intérêt que présente une étude de ce genre, au moment où la réglementation du travail dans les mines par l'État est en discussion devant le Parlement français, il étudie d'une façon détaillée les milieux sociaux et économiques rencontrés dans chacune des régions où l'industrie minière anglaise présente une certaine importance, spécialement la Galles du Sud, l'Écosse, les districts fédérés, les comtés de Northumberland et de Durham.

Le rôle du contrat collectif, constituant une réglementation préalable et à longue durée des conditions du travail, y est mis en évidence, ainsi que les heureux résultats obtenus.

Die abgekürzte Wetterbeständigkeitsprobe der natürlichen Bausteine (*Essais rapides de résistance aux intempéries, des pierres à bâtir*), par M. Henri SEIPP, Ingénieur. — Un volume in-8 de 140 pages, avec 12 planches hors texte. — Henri Keller, éditeur, Francfort-sur-Main, 1905. — Prix : 5 marks.

Après avoir passé en revue avec beaucoup de détails les caractères physiques et pétrographiques, la constitution chimique et moléculaire de différentes pierres et notamment de nombreuses variétés de grès qui se trouvent en Allemagne, l'auteur décrit une méthode qui permet d'étudier rapidement leur résistance sur des échantillons de laboratoire, en les soumettant à l'action prolongée d'acide carbonique, d'oxygène et d'acide sulfureux, et en pesant les échantillons avant et après l'opération.

Il décrit, dans les moindres détails, un essai de de genre et en donne les résultats avec l'indication de tous les phénomènes observés.

Les pierres sont, d'autre part, soumises à un essai de congélation dans les conditions ordinaires.

NÉCROLOGIE

M. Eugène Risler.

Le Comité supérieur de rédaction du *Génie Civil* vient de faire une grande perte en la personne de M. Eugène Risler, Directeur honoraire de l'Institut national agronomique, qui vient de s'éteindre à Calèves, près de Nyon (Suisse), dans sa soixante-dix-septième année.

Ce savant agronome, dont les travaux sont universellement connus et appréciés, consacra son existence entière à l'enseignement et aux recherches scientifiques les plus variées. Il débuta en 1850 comme répétiteur de Chimie à l'Institut agronomique de Versailles, créé par la loi du 3 octobre 1848.

Ses premiers travaux furent interrompus par la suppression brusque de cet établissement d'enseignement supérieur et, en 1852, M. E. Risler se fixa dans le canton de Vaud, à Calèves, sur les bords du lac Léman. C'est dans cette retraite qu'il se livra aux recherches qui l'ont élevé au rang des agronomes les plus éminents de notre temps, et parmi lesquelles nous nous bornerons à citer celles relatives au drainage, à l'évaporation de l'eau par les plantes, à l'interprétation de l'analyse chimique des terres, aux rapports entre la nature géologique du sol et la culture qui lui est appliquée.

Lorsque l'enseignement supérieur de l'agriculture fut rétabli par la création, en 1876, de l'Institut national agronomique actuel, son directeur, M. Eugène Tisserand, fit appel à M. Risler, qui fonda le cours d'Agriculture comparée. Ce cours a été publié par son auteur sous le titre de *Géologie agricole*, et il constitue pour l'agronome et pour le professeur un guide précieux.

M. Tisserand ayant dû abandonner ses fonctions pour devenir, en 1879, Directeur de l'Agriculture au Ministère de l'Agriculture, M. Risler, fut chargé de le remplacer, mais il ne négligea pas pour cela les travaux scientifiques : il contribua puissamment à l'établissement des cartes agronomiques et publia un petit opuscule intitulé *Physiologie et culture du blé*, véritable chef-d'œuvre didactique.

M. Risler resta vingt-deux ans à la tête de l'Institut agronomique et lorsqu'il en céda la direction à M. le docteur Régnaud, en 1901, l'École à laquelle il s'était tant dévoué était arrivée à un degré de prospérité très remarquable. Dans l'intervalle il avait professé, pendant quelques années, le cours d'Économie rurale à l'École Centrale des Arts et Manufactures.

M. Eugène Risler, qui avait été promu commandeur de la Légion d'honneur, était, depuis de longues années, membre de la Société nationale d'Agriculture.

Le Gérant : H. AVOIRON.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 40, p. 449.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 46, p. 264.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin. Paris.

SOMMAIRE. — Travaux publics : Pont à basculement sur l'Oder, à Stettin (*planche XVI*), p. 257; A. BIDAULT DES CHAUMES. — Physique industrielle : Influence des enveloppes et des fuites sur le fonctionnement de la machine à vapeur, p. 260; F. HOFER. — Chimie industrielle : L'essence de térébenthine artificielle, p. 265; Francis MARRE. — Travaux publics : Vienne au début du ^{xx} siècle, p. 266. — Variétés : Les propriétés mécaniques du fer en cristaux isolés, p. 267; — Applications de la photographie métrique

aux constatations judiciaires, p. 268; — Épurateur de gaz de hauts fourneaux, système Sahlin, p. 269.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Académie des Sciences (7 août 1905), p. 270.

BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 270; — Ouvrages récemment parus, p. 272.

Planche XVI : Pont à basculement sur l'Oder, à Stettin.

TRAVAUX PUBLICS

PONT A BASCULEMENT SUR L'ODER, A STETTIN

(*Planche XVI.*)

La ville de Stettin possédait, depuis des siècles, un pont en bois (*Langebrücke*) servant de trait d'union aux deux sections de la route qui relie Mescherin à la mer, en traversant la vallée de l'Oder, large à cet endroit de 7 kilom. environ. Ce pont, réparé à maintes reprises, n'avait que 41^m 50 de largeur et devait suffire à un trafic de plus en

porte deux voies de tramways. La distance verticale entre le dessous du joint des tabliers basculants et les eaux moyennes est de 4 mètres.

Le choix définitif de la position de l'ouvrage a été déterminé par le souci de maintenir son axe à peu près perpendiculaire au courant, de le faire déboucher en face d'une rue nouvelle percée à cette occasion dans le vieux quartier, et, enfin, d'utiliser le pont primitif jusqu'à l'achèvement du nouveau.

L'angle que font l'axe du pont et la perpendiculaire à la direction du courant n'est que de 4 degrés; d'ailleurs, la passe navigable est protégée par des ducs d'Albe, qui délimitent la position du chenal. Il est vrai que cette disposition a entraîné des travaux assez coûteux

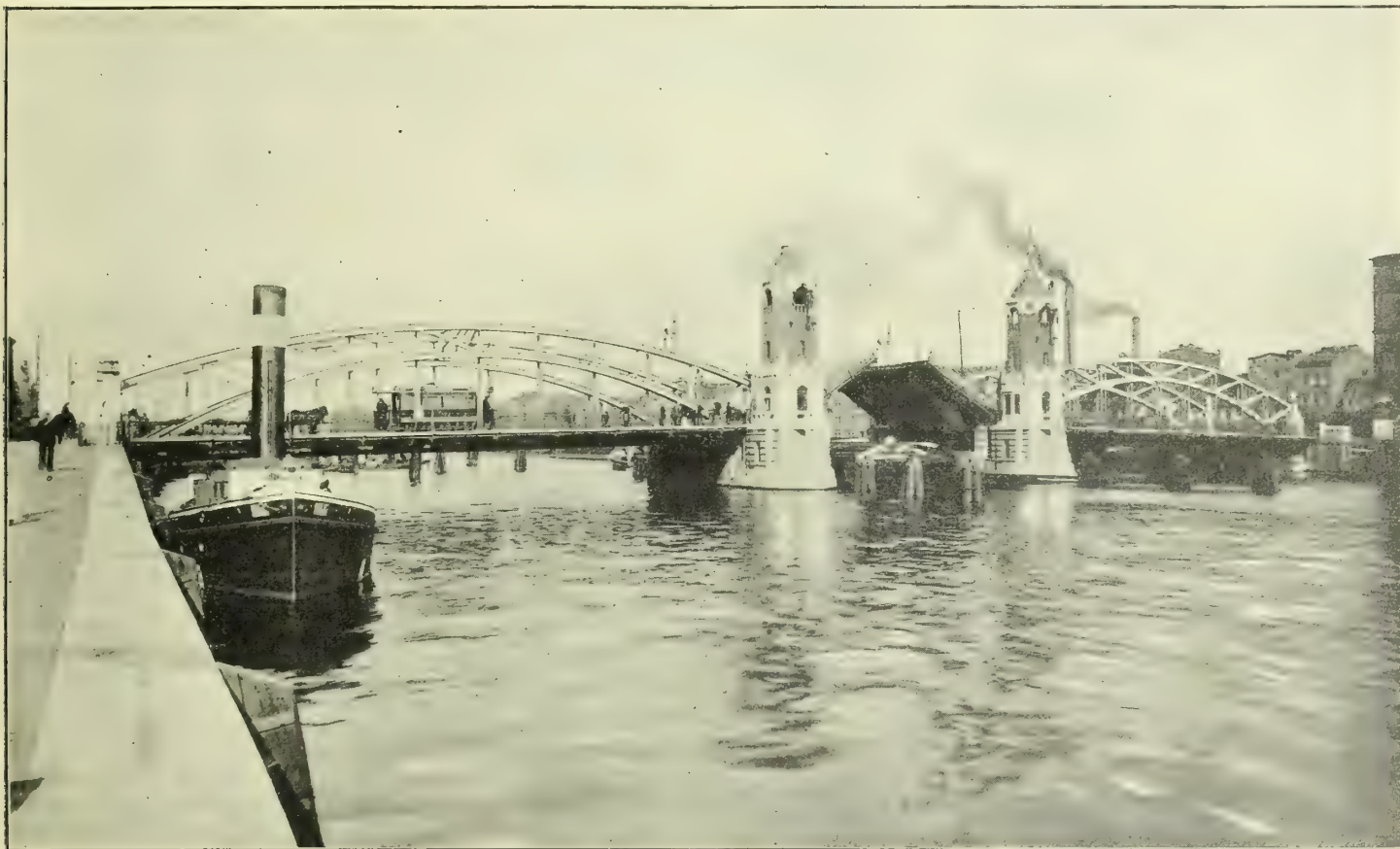


FIG. 1. — PONT A BASCULEMENT SUR L'ODER, A STETTIN : Vue prise en amont, sur la rive gauche.

plus important, à mesure que le quartier neuf, sur la rive droite du fleuve, prenait de l'extension. Au milieu du fleuve, une travée formant pont-levis à deux vantaux mobiles laissait à la navigation un passage libre de 41^m 20 de largeur.

Depuis deux ans, ce pont a été remplacé par un ouvrage définitif, situé presque sur le même emplacement (*fig. 4*), et composé d'une travée à deux vantaux basculants, au milieu de deux travées de rives en arcs surélevés (*fig. 1 à 3*).

Le nouveau pont (*Hansabrücke*) présente une longueur totale de 104^m 40, dont 40^m 70 pour chaque travée fixe et 23 mètres pour la travée basculante. La largeur totale est de 16 mètres pour les tabliers; elle est de 8^m 50, dans toute la longueur du pont, pour la chaussée qui

pour maintenir le passage provisoire sur le vieux pont, du côté de la rive droite.

Les piles et culées ont été construites à l'air comprimé et descendent à 15 mètres pour les premières, à 10 mètres pour les secondes, au-dessous du niveau moyen des eaux.

Les piles portent chacune du côté amont une tour assez élevée et du côté aval un petit pavillon. Ces édifices renferment les cabines de manœuvre et les bureaux où se tient le personnel de service.

L'éclairage, fourni par l'usine électrique municipale, comprend des lampes à arc suspendues à des potences ou aux contreventements des travées fixes (*fig. 5*); l'une des tours porte un signal de navigation marquant le sens de passage des bateaux.

Nous n'insisterons pas sur les deux travées de rives, à arcs métalliques surélevés dont le tablier forme tirant, type très usité en Allemagne et qui commence à se répandre partout.

Les tabliers fixes (fig. 5, pl. XVI), supportés par des poutrelles à âme pleine prolongées sous les trottoirs par des consoles, sont constitués par des panneaux de tôle emboutie de 8 millimètres, galvanisée, et recouverts de béton d'asphalte; le pavé de granit est posé par-dessus,

Ce système consiste dans l'emploi de vantaux équilibrés qui se déplacent sur un chemin de roulement, de telle façon que le travail se réduit à vaincre les résistances de frottement. Le mécanisme de commande est installé dans l'une des piles, et actionne les appareils moteurs de chacun des vantaux au moyen d'une transmission qui, dans le cas présent, est à la fois électrique et hydraulique (fig. 7 et 8).

Les vantaux basculants sont constitués chacun par quatre longerons

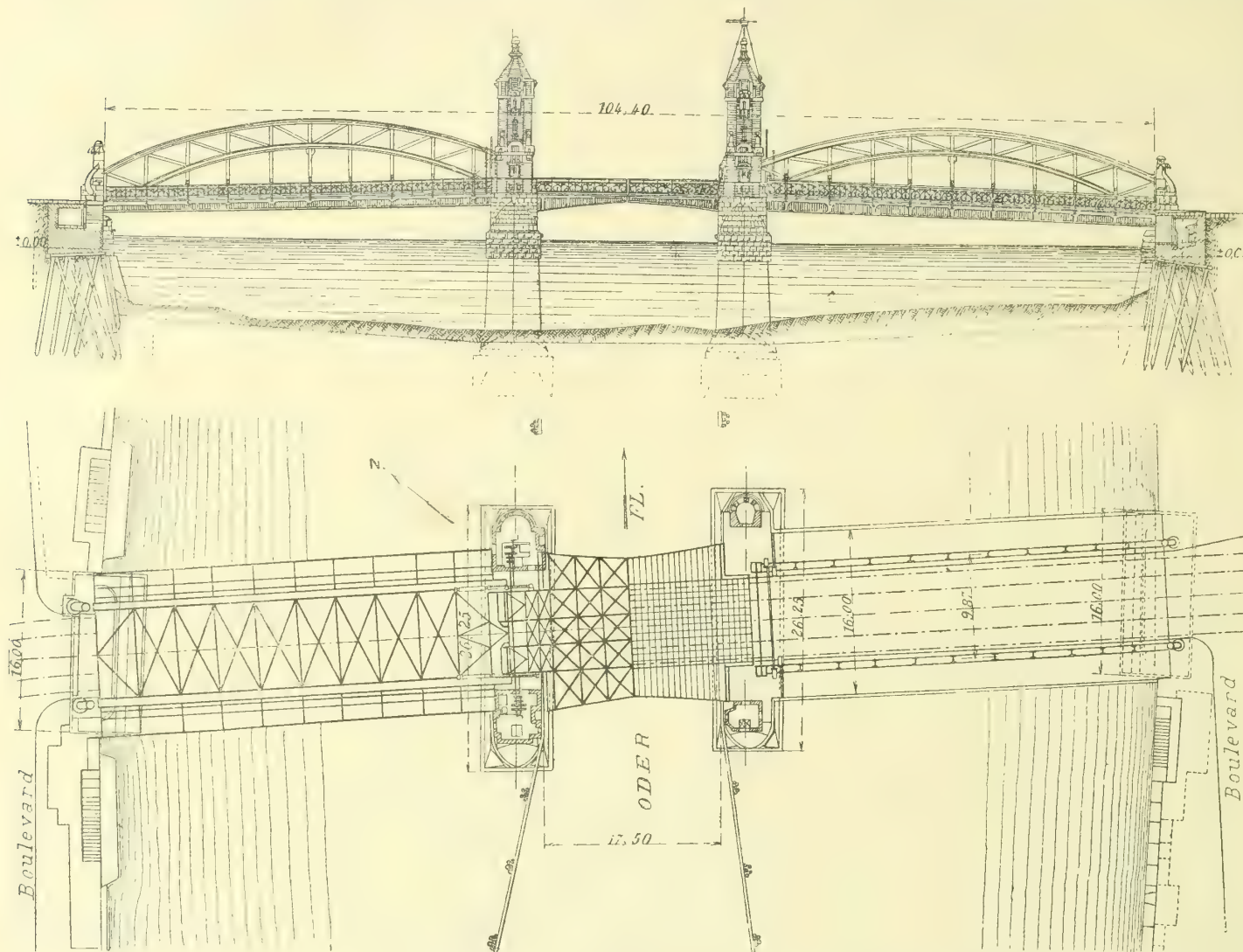


FIG. 2 et 3. — Élévation et plan du pont sur l'Oder.

avec interposition de sable. Les canalisations qui suivent les poutres principales sous les trottoirs, sont protégées contre la gelée.

A la jonction des tabliers fixes avec les tabliers mobiles, la chaussée est armée de plaques d'acier rugueuses.

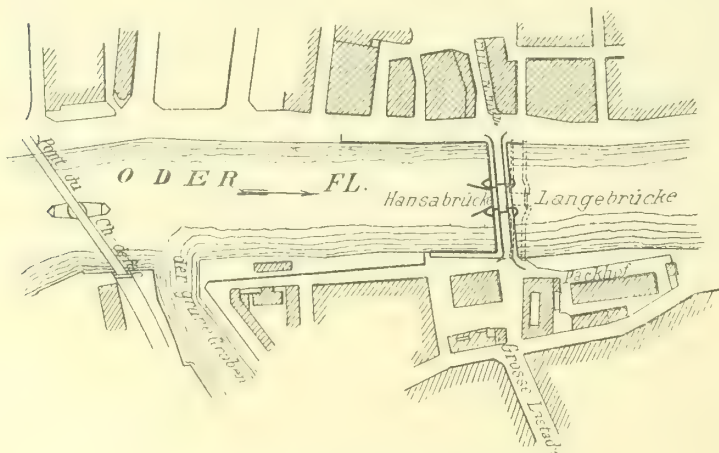


FIG. 4. — Plan de situation du pont sur l'Oder.

TRAVÉE BASCULANTE. — La travée basculante est établie suivant les données du système Scherzer, dont les exemples sont nombreux aux États-Unis, et dont il existe aussi un spécimen en Angleterre, à Barking (1).

principaux, dont la hauteur varie entre 1^m 50 et 0^m 50 (à la clef); ces longerons sont entretoisés par des poutrelles transversales et des barres de treillis; des longeronnets complètent cette charpente et concourent à soutenir la chaussée, en plaques d'acier coulé posées sur fers Zorès. Les trottoirs sont disposés en porte à faux sur des consoles en fer (fig. 4, pl. XVI). Le poids total des vantaux, y compris les contrepoids (153 tonnes de fonte et 32 tonnes de plomb) atteint 350 tonnes. Leur équilibrage est aussi complet que possible; il n'y a donc pas ici, comme dans certains ponts analogues, de freinage automatique à bout de course par le simple jeu du déplacement du centre de gravité des vantaux. Le freinage a lieu par la mise en action d'appareils dont nous indiquerons ci-dessous le fonctionnement.

Le mouvement de ces vantaux est assuré par de robustes secteurs dentés roulant sur des crémaillères, qui préviennent tout glissement. Quand le pont est abaissé, chaque vantail est verrouillé avec l'extrémité de la travée fixe contigue, de façon à assurer exactement la continuité de la chaussée (fig. 10); les bords ont, d'ailleurs, un recouvrement qui ne laisse subsister aucune fente visible.

MÉCANISME DE BASCULEMENT. — Chaque vantail est actionné par deux moteurs électriques de 30 chevaux, excités en dérivation sous la tension du réseau de l'usine municipale (220 volts); et tournant à 450 tours; ils sont capables d'effectuer le mouvement d'ouverture en trente secondes, malgré les résistances dues au vent, du moins jusqu'à la limite où le passage des bateaux devient difficile et se trouve arrêté. Dans ce cas, le pont ne s'ouvrant plus, il n'y a pas à tenir compte des efforts du vent.

Comme le montrent les figures 1 à 3 (pl. XVI), et les figures 7 et 8 du texte, dans chaque pile sont ménagées deux cabines qui renferment les mécanismes: chaque électromoteur A (fig. 7) actionne, par l'intermédiaire d'une vis sans fin, une roue dentée B; celle-ci, dont l'arbre porte des engrenages réducteurs de vitesse, attaque la crémaillère

(1) Voir dans le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 22, p. 344, la description détaillée de ce pont, et la comparaison du système Scherzer avec les autres types de ponts à bascule.

Fig. 4.

Plan-coupe transversale d'un vantail mobile

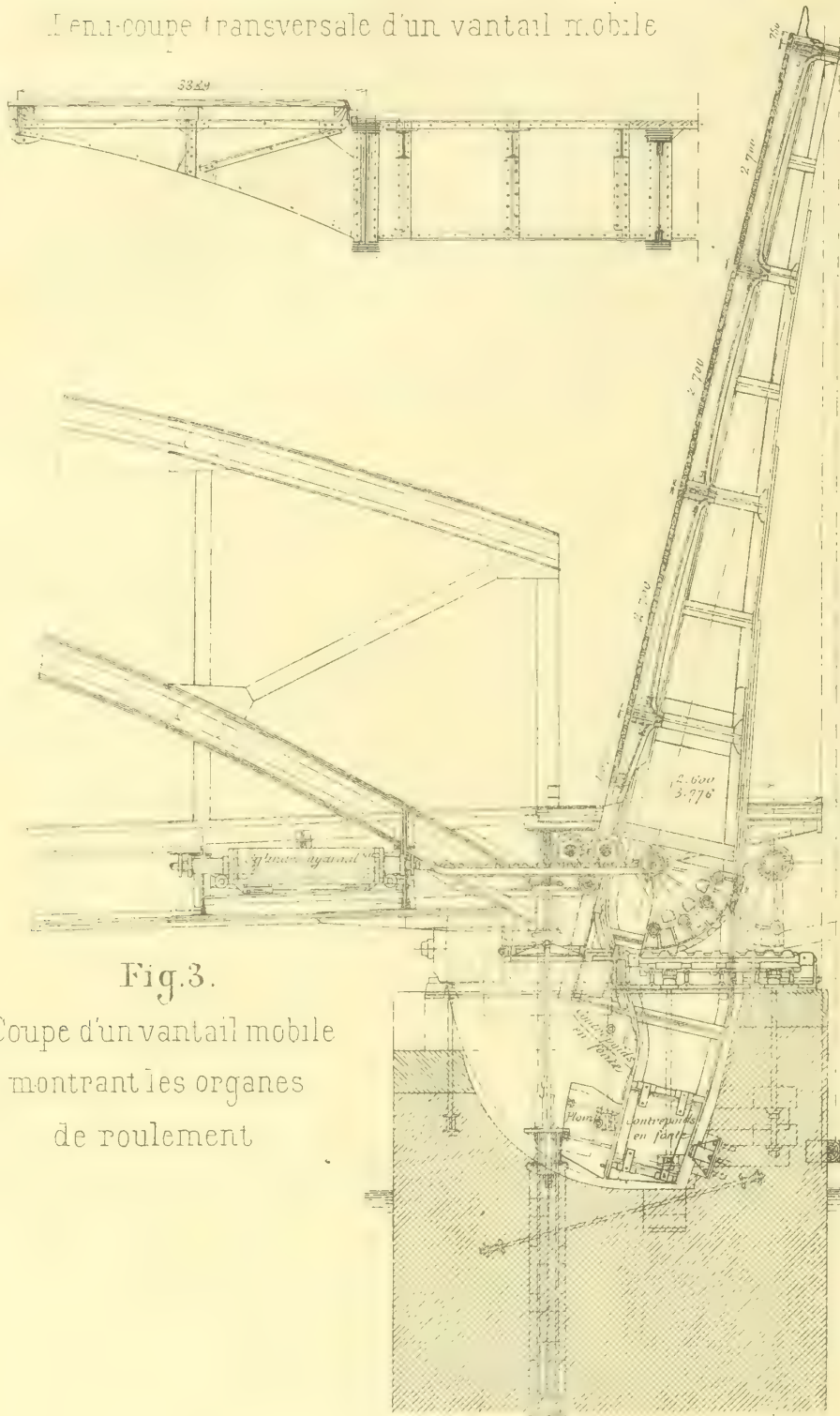


Fig. 3.

Coupe d'un vantail mobile montrant les organes de roulement

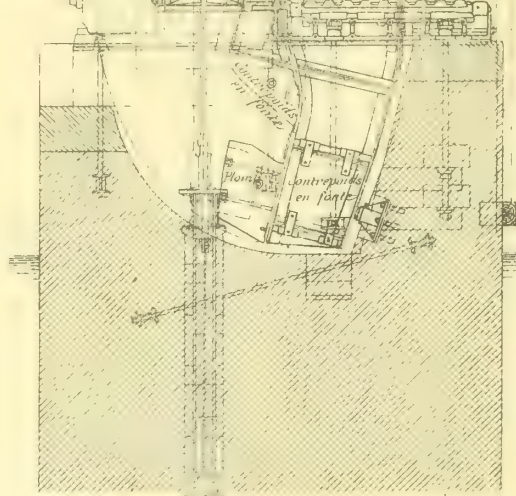
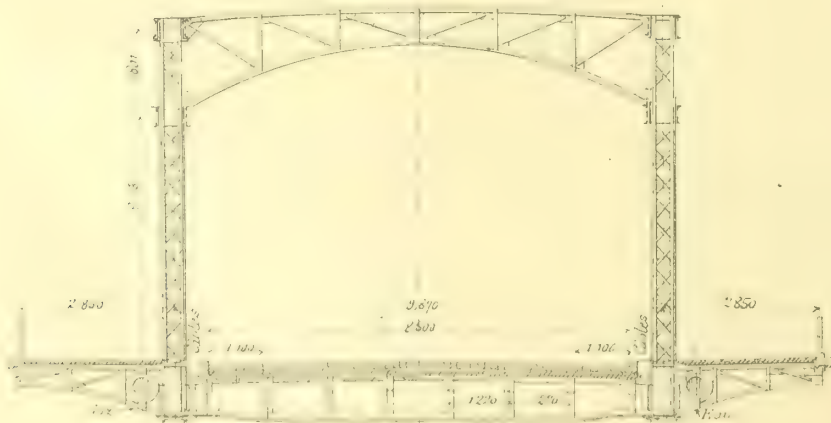


Fig. 5. Coupe transversale d'une travée fixe



PONT A BAS

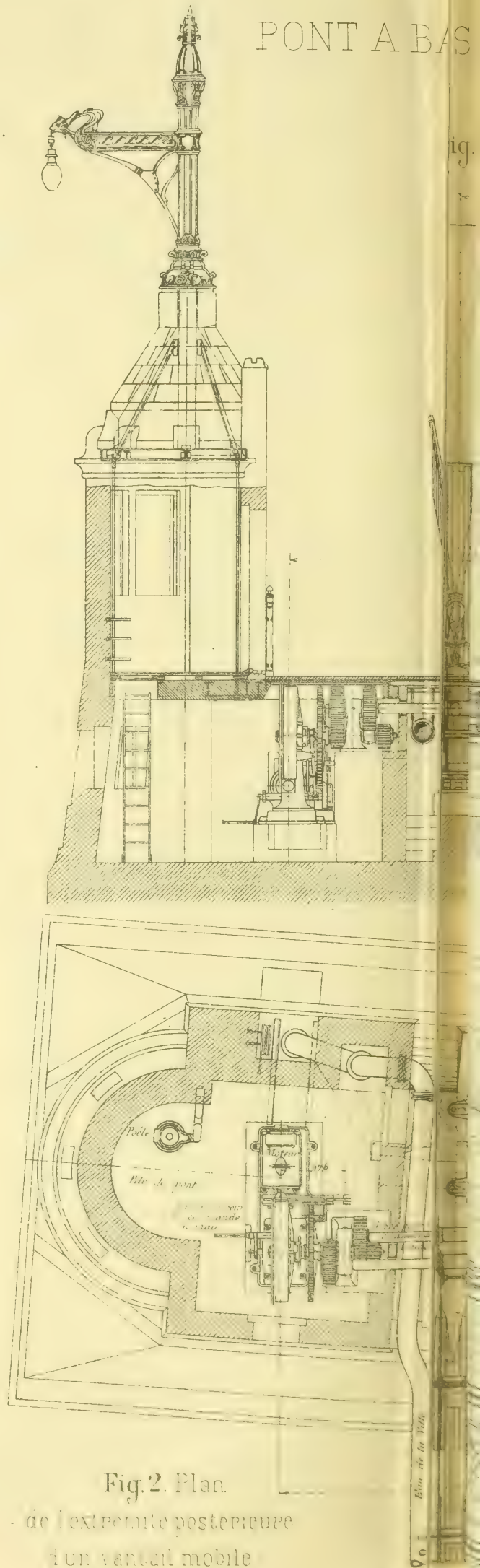
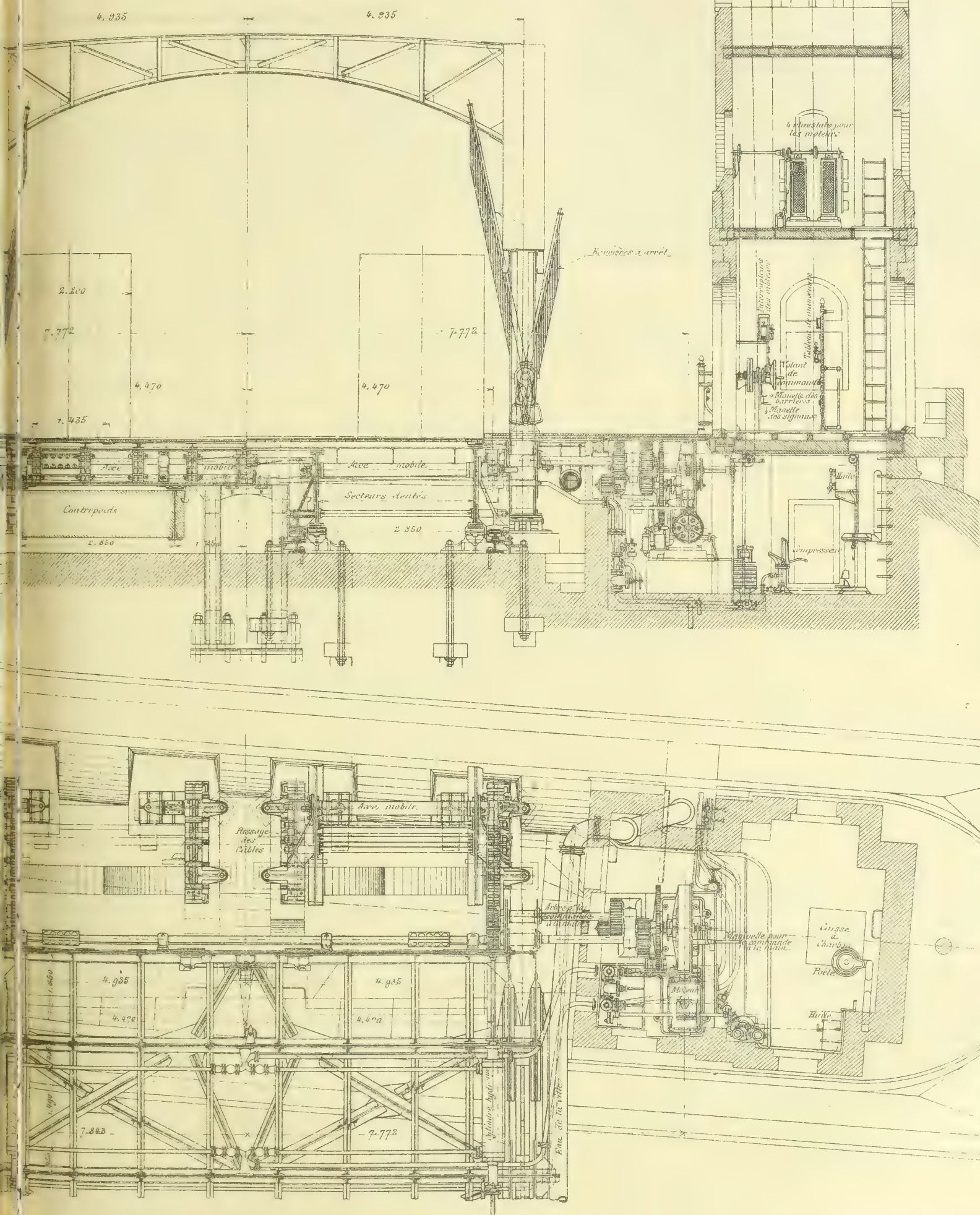


Fig. 2. Plan

de l'extrémité postérieure d'un vantail mobile

LEMENT SUR L'ODER (Hansabrücke) à Stettin

1. une transversale montrant le mécanisme du basculement



horizontale articulée au centre du secteur denté qui oscille avec le pont et lui sert de pivot. Tout ce mécanisme existe en quadruple exemplaire et la simultanéité de tous les efforts est assurée tant par la réunion des organes de commande des moteurs sur un même volant de manœuvre, que par la transmission hydraulique, dont le rôle sera précisé plus loin.

Les deux crémaillères d'un même vantail sont reliées par un axe z qui sert, au besoin, à faire la manœuvre à bras, au moyen de deux manivelles ; de plus, suivant la violence du vent, on peut intercaler,

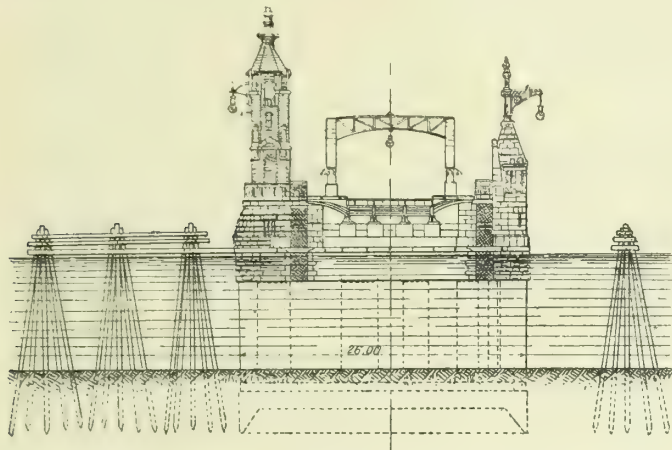


Fig. 5. — Coupe transversale du pont sur l'Oder.

dans la transmission des moteurs, deux trains d'engrenages multipliant les efforts dans des proportions différentes. Des indicateurs de position marquent à chaque instant le degré d'ouverture des vantaux. Les moteurs sont munis de freins à ruban, avec déclenchement

niement par les engrenages de transmission, servant à immobiliser les pistons en cas d'accident, tandis que des soupapes de sûreté



Fig. 6. — Détail de la travée basculante, dans sa position d'ouverture.

limitent la pression dans les conduites. Un réservoir t , alimenté sous pression par une pompe, est toujours prêt à renouveler la provision de liquide et à maintenir pleine la canalisation hydraulique. Cette canalisation est éprouvée à 75 kilogr. par centimètre carré, et de nom-

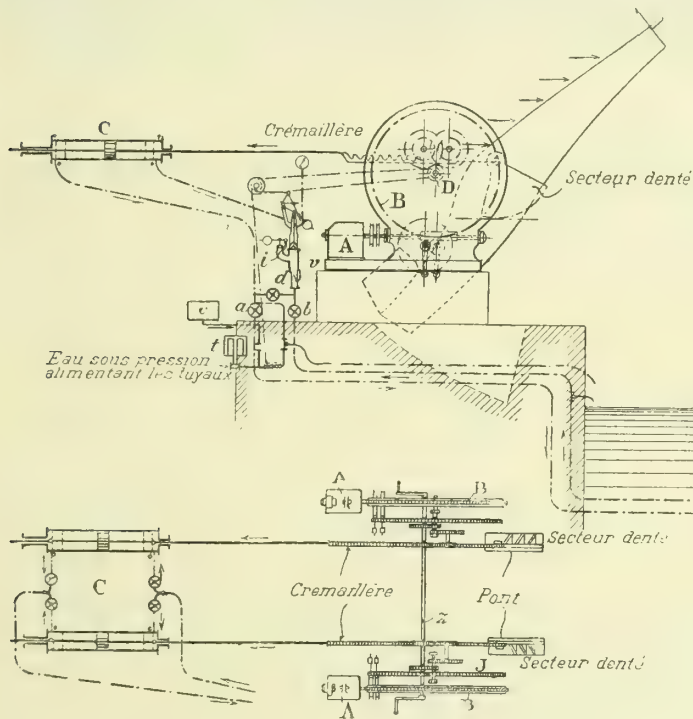


Fig. 7 et 8. — Élévation et plan schématiques du mécanisme de basculement et de la transmission hydraulique entre les deux groupes de moteurs.

électromagnétique. Chaque secteur denté a 4^m 05 de rayon, sur la circonférence primitive de l'engrenage ; les dimensions imposées aux pièces du mécanisme par le peu de place disponible en hauteur n'ont pas permis de l'augmenter. Dans leur position extrême, les secteurs arrivent à 0^m 60 du parement de la pile.

Transmission hydraulique. — Les quatre crémaillères sont reliées à des cylindres horizontaux C remplis de liquide et destinés à régulariser les efforts sur l'ensemble des pièces en mouvement pendant l'ouverture du pont, malgré la différence des actions du vent sur les deux vantaux (comme le montrent les flèches sur la figure 7). Les pistons ont 0^m 20 de diamètre et 1^m 40 de course. Les deux cylindres d'un même vantail communiquent, par des canalisations d'aller et de retour, avec ceux de l'autre vantail, les compartiments avant, d'une part, avec les compartiments arrière, d'autre part, de façon que les pistons marchent toujours ensemble dans un même sens. La fermeture des vannes a et b (fig. 7) isole les cylindres d'un même vantail, qui servent alors de frein hydraulique.

Des vannes de court-circuit, dont l'ouverture est commandée méca-

breux robinets permettent d'évacuer l'air qui s'y serait introduit. Le liquide employé est une huile spéciale qui conserve sa fluidité jusqu'à - 20 degrés. Toutes les dispositions sont prises pour qu'une avarie à un cylindre puisse être réparée sans empêcher le fonctionnement des autres.

Manœuvre du pont. — La manœuvre est commandée par un chef machiniste, posté dans la cabine amont la plus voisine de la rive droite, de façon à bien voir le pont et le fleuve ; il agit en outre sur le signal de navigation, sur la cloche d'avertissement, et sur les barrières qui ferment le pont au moment de l'ouverture de la passe (fig. 1, pl. XVI). Les appareils de commande électrique sont disposés sur des tableaux, avec les autres accessoires : manomètres, horloge, signaux de communication avec le gardien posté sur la seconde pile, etc.

En général, sur les deux moteurs d'un vantail, un seul suffit à faire mouvoir les deux crémaillères, en absorbant environ 15 chevaux. Il convient toutefois d'employer toujours, pour l'ensemble du pont, deux moteurs disposés en diagonale, et de les interchanger de temps en temps, la dissymétrie des efforts produisant peu à peu un léger

déplacement oblique des secteurs qui finit par gêner leur engrènement.

Les quatre rhéostats des moteurs, réunis en haut du poste de manœuvre et commandés par le même volant (fig. 1, pl. XVI) avec trans-

en serait quitte pour faire marcher les moteurs électriques avec plus de précaution.

Le pont que nous venons de décrire, d'après une note parue récemment dans la *Zeits. des Ver. deutsch. Ing.*, a été entrepris en 1900 et



FIG. 9. — PONT A BASCULEMENT SUR L'ODER, A STETTIN : Vue prise de la rive droite.

mission par chaîne sans fin, insèrent ou retirent graduellement des résistances égales dans les quatre circuits, à mesure que le machiniste tourne son volant. S'il vient à lâcher celui-ci, un contrepoids, en

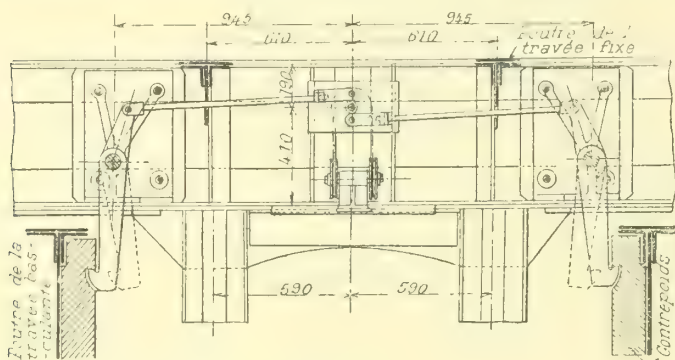


FIG. 10. — Coupe transversale partielle du pont montrant le verrouillage de la partie arrière d'un vantail avec l'extrémité du tablier fixe.

retombant, ramène les leviers des rhéostats à la position du maximum de résistance. D'autres enclenchements évitent toute avarie, soit dans les moteurs, soit dans la canalisation hydraulique, au cas où la manœuvre serait faite trop brusquement.

Les barrières du pont et les verrouillages des vantaux sont également, bien entendu, enclenchés avec le volant principal de manœuvre.

La pression, dans les conduites hydrauliques, est généralement de quelques kilogrammes, qui représentent l'effort de répartition des forces inégalement développées dans les quatre postes de commande des vantaux; exceptionnellement on a enregistré des efforts de 20 à 30 kilogr. D'autre part, cette transmission hydraulique assure le démarrage précis et simultané des deux vantaux, sans manœuvre auxiliaire, aussi bien que leur fermeture exacte, le vantail supérieur venant recouvrir l'autre (fig. 11) d'une façon mathématique. La durée de l'interruption du passage est ainsi notablement restreinte, en même temps que la manœuvre est beaucoup plus sûre. Dans le cas d'indisponibilité de cette transmission, on

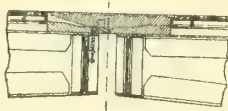


FIG. 11. — Détail de l'extrémité des vantaux montrant le recouvrement des deux parties de la chaussée.

fonctionne d'une façon très satisfaisante depuis 1903. Les dépenses de construction se sont élevées à 1 240 000 marks, dont 444 000 pour les piles et culées, et 526 000 pour la partie métallique et la machinerie. Depuis le 1^{er} juillet 1903 jusqu'au 1^{er} juillet 1904, on a ouvert 6 899 fois le pont (jusqu'à 46 fois dans une même journée). La dépense de courant électrique, pour chaque ouverture, est de 10 pfennigs environ.

A. BIDAULT DES CHAUMES,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

INFLUENCE DES ENVELOPPES ET DES FUITES sur le fonctionnement de la machine à vapeur.

Il y a environ six ans, l'Institution of Mechanical Engineers, de Londres, sur la demande du regretté M. Bryan Donkin, avait constitué une Commission spéciale, choisie parmi ses membres, qui devait entreprendre des recherches en vue d'éclaircir tous les points encore restés obscurs du fonctionnement de la machine à vapeur.

Les premières études de cette Commission ont porté sur l'influence de la condensation initiale dans le cylindre et sur la valeur pratique, encore très controversée, des enveloppes de vapeur. Le développement auquel les expérimentateurs ont été conduits au cours de ces recherches, les a amenés à soulever et à résoudre une question connexe, également importante, celle des fuites au tiroir et au piston.

Les résultats de ces nombreuses expériences, longues, méthodiques et méticuleuses, ont été donnés dans un volumineux mémoire qui a été présenté par le professeur David S. Capper, dans la séance de l'Institution of Mechanical Engineers, du 17 mars. Ce sont les parties les plus essentielles de ce mémoire que nous allons exposer.

Disposition de la machine expérimentale. — La machine à vapeur qui a servi aux essais a été spécialement construite pour cet usage. Elle était horizontale, du type compound, avec cylindres placés côte à côte, ayant 292 et 163 millimètres de diamètre et 355 millimètres de course; les pistons actionnaient un arbre à deux manivelles calées à angle droit (fig. 1). Chaque cylindre était muni d'enveloppes de vapeur distinctes, alimentées et drainées séparément pour la partie cylindrique et pour les fonds. La distribution par tiroirs plans, du système Meyer, permettait de régler l'admission à la main, entre $\frac{1}{4}$ et $\frac{5}{8}$ de course. Grâce à un système de robinetterie, chaque cylindre pouvait fonc-

tionner comme machine monocylindrique, et être transformé en machine à simple effet.

Cette machine se rapprochait, autant que le permettaient les exigences des recherches, des types industriels analogues; le volume des espaces nuisibles avait été très réduit. Dans le cylindre H. P. ces vo-

a et *d*, manomètres; — *b*, manomètre du receiver; — *c*, conduite à vapeur de l'enveloppe du cylindre; — *e*, conduite à vapeur de l'enveloppe du fond arrière; — *f*, conduite allant au purgeur; — *g*, purge de l'enveloppe du fond; — *h*, purge de la boîte à tiroirs; — *i*, purge du cylindre; — *k*, tube allant au purgeur; — *l*, purge de l'enveloppe du cylindre; — *m*, condenseur et pompe à air; — *n*, bascule; — *o*, conduite d'échappement; — *p*, conduite de vapeur.

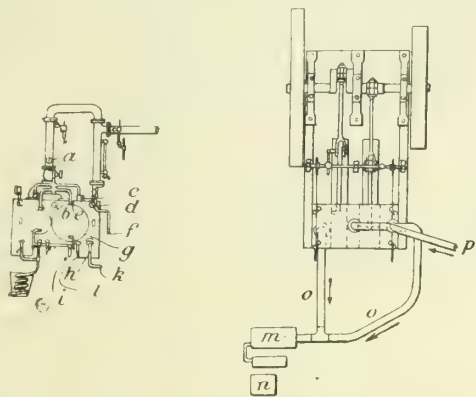


Fig. 1 et 2. — Dispositifs de la machine d'essai.

lumes étaient de 0,7 en avant et de 0,92 en arrière, représentant 9,8 et 12,4 % des cylindrées correspondantes; dans le cylindre B. P. ils étaient respectivement de 1,48 et 1,57.

Dans la série d'essais qui font l'objet du mémoire, le cylindre B. P. n'a pas fonctionné, la machine a travaillé avec le cylindre H. P. seul, et la vapeur d'échappement a été amenée directement au condenseur; où la dépression était seulement de 50 à 75 millimètres de manière que la contre-pression fût à peu près égale à la pression atmosphérique, en tenant compte des diverses pertes de charge au passage des conduites d'amenée.

La chaudière demi-fixe, du type Davey-Paxman, donnait de la vapeur à la pression de 10^{kg} 5 par centimètre carré et pouvait vaporiser 500 kilogr. d'eau à l'heure.

Le condenseur à surface, à tubes refroidis extérieurement, était en cuivre et avait une surface réfrigérante de 4^m 64; il était muni de purgeurs du système Geipel. La conduite reliant la chaudière à la machine avait 75 millimètres de diamètre et une longueur de 13^m 30; elle était garnie de calorifuge et inclinée régulièrement vers la machine avec, à son extrémité inférieure, un tube en U renversé, ayant une des branches terminée par un réservoir, où s'accumulait l'eau de condensation; le séparateur d'eau était muni d'un indicateur de niveau à tube de verre et terminé par un serpentin refroidi, permettant d'évacuer l'eau condensée et de mesurer son volume sans perte de vapeur. Quand les essais donnaient un poids d'eau condensée supérieur à 2,5 % du poids de vapeur utilisée, ils étaient écartés comme défectueux, en raison de l'excès d'eau supposée entraînée à l'état liquide. Un calorimètre, contrôlant les indications du séparateur d'eau, était intercalé sur le même tube.

L'eau du condenseur était pesée toutes les cinq minutes, au moyen d'une bascule de forme particulière. La pression de la vapeur était donnée par des manomètres Bourdon, souvent vérifiés, placés à la sortie de la valve d'admission et sur la boîte à tiroirs. Les conduites de vapeur étaient pourvues de thermomètres. Les indicateurs pour diagrammes étaient actionnés sans ressorts intermédiaires par une lame en acier enroulée directement sur le tambour du cylindre porte-papier et passant sur un deuxième tambour auxiliaire; chaque extrémité de cylindre portait un de ces indicateurs et les tuyaux les reliant à ces cylindres étaient aussi courts que possible. Ils étaient munis de crayons en plomb pour réduire les erreurs dues aux frottements.

Pendant toute la durée des essais, un frein était monté sur le volant, lequel était refroidi par un courant d'eau. Ce frein, graissé à la paraffine, était chargé au moyen d'un ressort à tension réglable, permettant d'atteindre facilement la vitesse voulue avec une pression donnée. Cette vitesse était mesurée par un compteur de tours à commande forcée et contrôlé à des intervalles de temps réguliers.

Conduite des essais. — Les essais furent faits avec la machine fonctionnant comme moteur monocylindrique à haute pression, à échappement libre dans chaque cas, avec ou sans admission de vapeur dans l'enveloppe. La liaison entre la tige du piston B. P. et sa manivelle était supprimée, et la machine n'avait à vaincre que les seuls frottements du piston actif dans son cylindre.

Les grandeurs variables étaient: la température de la vapeur, la vitesse de la machine et le taux d'admission. Toutes les autres conditions restaient les mêmes. Les températures choisies furent 118, 138, 158, 178 degrés centigrades, correspondant à des pressions absolues de vapeur de 1^{kg} 9, 3^{kg} 44, 5^{kg} 90 et 9^{kg} 49 à l'entrée de la boîte à tiroirs. Les vitesses normales choisies étaient, d'autre part, celles de 50, 100,

150, 200 et 250 tours par minute; les essais furent toujours faits de manière à se rapprocher autant que possible à la fois de l'une de ces vitesses et de l'une de ces températures sans s'occuper de la puissance développée par la machine.

Pour chacun de ces essais, on plaçait des opérateurs devant chacun des appareils de mesure, pour faire simultanément les lectures pendant toute la durée de l'essai. On poussait alors la chaudière jusqu'à ce qu'on eût obtenu la pression voulue; après quoi la machine était mise en route et amenée à la vitesse imposée d'avance pour chaque cas. Cette vitesse devait être maintenue pratiquement constante, entre des limites fixées, pendant une demi-heure, les autres conditions de l'essai restant les mêmes.

Une série d'essais, correspondant à une vitesse et à une température données, donnait des diagrammes qui servaient ensuite à construire un diagramme moyen, sur lequel étaient basés tous les calculs ultérieurs. Tous ces diagrammes étaient, du reste, remarquablement semblables; seuls quelques-uns, obtenus aux plus petites vitesses et avec enveloppe de vapeur, ont indiqué un peu de travail négatif, dû à ce que, la condensation étant moindre au moment de l'admission, la quantité de vapeur introduite dans le cylindre était un peu faible pour y maintenir une pression égale à la pression atmosphérique vers la fin de la course du piston.

M. Capper a dressé plusieurs tableaux très complets donnant, à côté des conditions initiales, les résultats de ces essais, ainsi que quelques grandeurs relatives à la question: poids de vapeur admise, calculée, mesurée, corrigée des fuites, sa pression aux différents points, quantité de chaleur consommée par cheval indiqué, rendement thermique, comparaison avec les cycles Rankin et Carnot, etc.

Chacun des essais portés sur ce tableau correspond à un diagramme obtenu en faisant la moyenne des diagrammes relevés, tels que ceux des figures 3 et 4, qui sont les diagrammes se rapportant aux essais à 118, 138, 158 et 178 degrés, avec ou sans enveloppe et à la vitesse de 50 tours par minute en moyenne.

Chacune de ces deux séries de diagrammes a été complétée (fig. 3 et 4) par les courbes de détente correspondant à la saturation, consi-

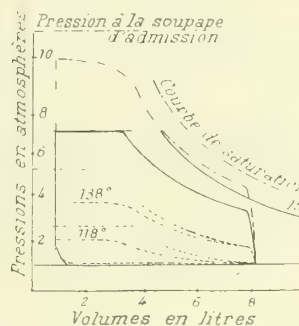


Fig. 3. — Diagramme correspondant à la vitesse de 50 tours avec enveloppes chauffées.

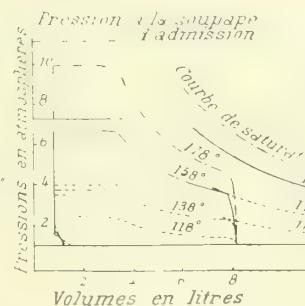


Fig. 4. — Diagramme correspondant à la vitesse de 50 tours avec enveloppes froides.

truites d'après le poids d'eau recueillie au condenseur. La différence entre les volumes donnés par ces courbes et les courbes relevées à l'indicateur, donne la somme des quantités de vapeur non utilisées dans le cylindre pour la production de la force motrice, c'est-à-dire la somme de la quantité de vapeur condensée dans l'intérieur de ce cylindre et de la quantité de vapeur ayant passé directement à l'échappement par suite de fuites au tiroir et au piston; ces dernières fuites durent être ensuite spécialement étudiées, pour permettre d'évaluer les quantités de vapeur qui ont été réellement condensées et revaporisées dans l'intérieur du cylindre.

Pour le calcul des quantités de chaleur dépensées par la machine, on a admis que la chaleur utilisée dans le cylindre est égale à la différence des quantités de chaleur contenues dans la vapeur à l'entrée du cylindre et dans l'eau condensée.

On a tenu compte, dans ce calcul, du surchauffage produit au passage de la vapeur par la valve d'admission, qui était dans chaque cas utilisée comme valve d'étranglement; ce surchauffage ne pouvait toutefois jamais atteindre plus de 2 degrés, la vapeur arrivant de la chaudière étant supposée entraîner 2 % d'eau.

Fuites par les tiroirs. — Il était absolument indispensable, pour déterminer la valeur des enveloppes de vapeur, de rechercher dans quelles proportions la vapeur est condensée au moment de son introduction dans le cylindre et revaporisée pendant la détente; or, pour pouvoir le faire avec une approximation suffisante, il fallait, avant tout, pouvoir corriger les chiffres obtenus dans les essais, faits en vue de cette détermination, et tenir compte des fuites qui se produisent entre le tiroir et sa glace.

Pour que les chiffres obtenus dans ces essais se rapprochent autant que possible de la réalité, on a déterminé l'importance de ces fuites

en se servant du tiroir même de la machine, en fermant hermétiquement les conduits d'entrée de la vapeur dans les cylindres et en mesurant la quantité de vapeur qui se rend au condenseur, lorsque la machine est actionnée à la vitesse normale par une force extérieure et que la vapeur est admise dans la boîte à tiroirs. Comme ces fuites sont dues plutôt au passage d'eau qui est revaporisée ensuite, pour tenir compte de ce que cette revaporisation est beaucoup plus active quand le cylindre est échauffé par la vapeur que lorsqu'il est froid, condition réalisée lorsque la machine fonctionne à vide, on a admis que, dans les essais faits avec ou sans enveloppe, les pertes par fuite étaient les mêmes, c'est-à-dire égales à celles que l'on trouve lorsque la vapeur est admise dans les enveloppes du cylindre.

La figure 5 montre comment se produisent ces fuites dans les conditions ordinaires de fonctionnement et dans les conditions particulières de l'essai; le tableau I donne les quantités de vapeur passant directement de la boîte à tiroirs à l'échappement par suite de ces fuites.

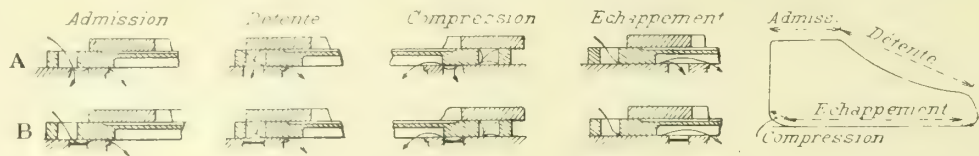


FIG. 5. — Fuites par le tiroir.

A, les orifices d'admission étant ouverts; B, les orifices d'admission étant fermés.

Ce tableau indique clairement que le surchauffage permet de réaliser une économie de 25 % en moyenne sur les pertes par fuites, fait que l'on peut attribuer à la moindre condensation dans la boîte à tiroirs.

Le mémoire de M. Capper fait une analyse très détaillée de ces pertes et des moyens d'en évaluer l'importance en fonction des recouvrements du tiroir et de son périmètre; comme ces chiffres ne s'appliquent qu'au seul cas considéré, il suffira de faire remarquer que dans le cas le plus défavorable correspondant à une très petite puissance développée, elles ont atteint jusqu'à 20 % du poids total de la

vapeur consommée; le chiffre minimum est de moins de 4 %; ces pertes sont inversement proportionnelles à la largeur de la surface des recouvrements. Les pertes par la périphérie du piston furent toujours

trouvées inférieures à 2 % de la vapeur consommée par la machine.

Influence des enveloppes à vapeur. — Le tableau III, relatif seulement

TABEAU I MONTRANT L'IMPORTANCE DES FUITES AU REPOS ET A DIFFÉRENTES VITESSES.

PRESSIONS ABSOLUES EN LIVRES PAR POUCE CARRÉ (1)				DIFFÉRENCES DE PRESSIONS		FUITES EN LIVRES (2) PAR HEURE										OBSERVATIONS
Conduite avant la boîte à tiroirs	Boîte à tiroirs	Échappement		b-c	b-d	TIROIR NON GRAISSÉ				TIROIR GRAISSÉ (3)						
		Machine arrêtée (4)	Machine en marche			Fonds seuls échauffés		Enveloppe totale échauffée								
						Machine arrêtée (4)	Machine à 50 tours	Machine arrêtée (4)	à 50 tours	à 150 tours	à 250 tours	Machine arrêtée (4)	à 50 tours	à 150 tours	à 250 tours	
a	b	c	d	e	f	g	h	j	k	l	m	n	o	p	q	
39,25	35		46,25		48,75					14,40	13,50	7,70	11,60	11,25	10,50	
50,50	45	45,50	46,75	29,50	28,25		21,70	16,10	18,00							
66,25	63	45,75	47,00	47,25	46,00	19,70	24,20	14,40	18,40	23,40	22,50	14,60	20,60	19,50	19,50	
96,25	93	45,75	48,25	77,25	74,75	25,50	38,60	19,50	28,90	30,90	29,40	22,50	30,70	27,25	26,00	
152,00	145	45,75	49,75	127,25	125,25	38,20	46,50	32,40	38,40	40,30		37,25	45,00	42,75	41,20	

(1) La livre par pouce carré = 0^{kg} 0703 par centimètre carré.

(2) La livre = 433 grammes.

(3) Le graisseur débitant environ deux gouttes d'huile par minute à la grande vitesse.

(4) Le tiroir étant dans la position moyenne.

Ce tableau montre que :

1° Les fuites sont bien moindres lorsque l'enveloppe totale du cylindre reçoit de la vapeur que lorsque les fonds seuls en reçoivent, ce qui justifie l'opinion qu'elles sont produites par de l'eau condensée dans la boîte à tiroirs, puis revaporisée dans le conduit d'échappement;

2° Lorsque le tiroir est graissé, les fuites sont moindres que lorsqu'il ne l'est pas. Cette assertion n'est contredite que par l'essai à 50 tours, mais cette divergence semble devoir être attribuée à un défaut de graissage;

3° L'importance des fuites augmente avec la différence des pressions existant entre l'intérieur de la boîte à tiroirs et l'échappement. Les pertes de vapeur par fuites croissent à peu près proportionnellement à l'augmentation de pression lorsque le tiroir est immobile, mais beaucoup moins vite quand il est mobile; la différence est d'autant plus sensible que la vitesse du mouvement de va-et-vient est plus grande, ce qui peut être attribué à ce que, dans ce cas, la vapeur dispose de moins de temps pour se condenser et se revaporiser et à ce que l'huile est mieux répartie sur toute la surface de la glace du tiroir.

Une deuxième série d'expériences, faites dans les mêmes conditions mais avec de la vapeur fortement étranglée au passage de la soupape d'admission et surchauffée par suite de cet étranglement, a donné les résultats suivants :

TABEAU II.

CONDITIONS DE L'EXPÉRIENCE tiroir graissé	PRESSIONS EN LIVRES PAR POUCE CARRÉ			DIFFÉRENCES DE PRESSIONS		FUITES EN LIVRES PAR HEURE	RAPPORT pertes vap. surchauff. pertes vapeur saturée
	Conduite a	Admission b	Echappement c	a-b	b-c		
Machine arrêtée (1)	39,25	38,25	17,00	4,00	41,25	13,90/12,60	= 0,80
Machine arrêtée (2)	129,75	62,25	17,00	67,50	45,25	12,60/15,90	
Vitesse : 50 tours.	61,25	59,75	19,00	1,50	40,75	28,90/20,40	= 0,70
Vitesse : 50 tours.	152,00	63,00	17,75	69,00	45,25	20,40/28,90	

(1) Tiroir dans la position moyenne.

à la température de 158 degrés, donne les coefficients de siccité de la vapeur pour les différents essais; ce coefficient est égal au rapport du poids de la vapeur admise, mesuré sur le diagramme, divisé par le poids total de la vapeur recueillie au condenseur. Les colonnes h et j donnent ces coefficients bruts, les suivantes, ces coefficients corrigés en tenant compte des différentes fuites, et la dernière, enfin, le coefficient théorique, lorsque la détente se fait adiabatiquement dans les condi-

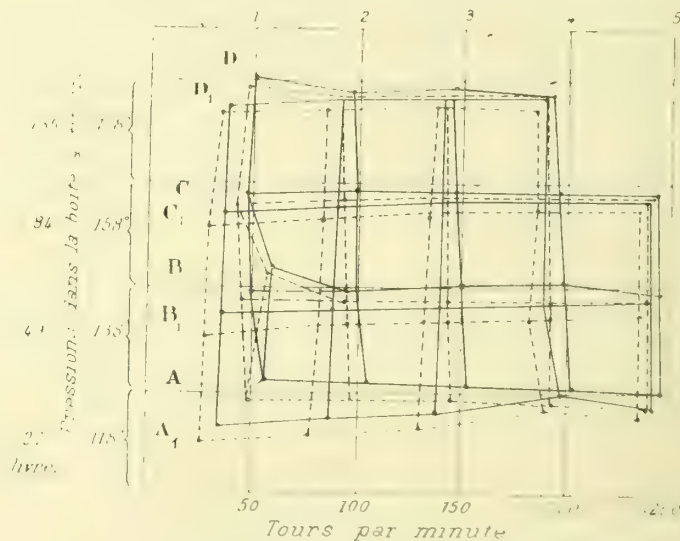


FIG. 6. — Courbes donnant les coefficients de siccité de la vapeur à l'admission et à la sortie du cylindre en fonction de la vitesse et de la température.

tions de l'expérience. Les deux dernières colonnes permettent de se rendre compte de la quantité de vapeur revaporisée pendant la détente de la vapeur.

TABLEAU III.

VITESSES NOMBRE DE TOURS	PRESSIONS EN LIVRES par pouce carré		TEMPÉRATURES en DEGRÉS FAHRENHEIT (1)					VAPEUR CONTENUE dans le cylindre (2)		COEFFICIENTS DE SÈCHESSE de la vapeur contenue dans le cylindre (3)			COEFFICIENTS DE SÈCHESSE THÉORIQUE A FIN DE COURSE (détente adiabatique)	OBSERVATIONS
	Initiale	Finale	Initiale	Finale	Différence <i>e-d</i>	Différence <i>d-212° F</i>	Différence <i>e-212° F</i>	A l'admission	A fin de course	A l'admission	A fin de course	Coefficient de sécheresse (3)		
<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>h</i>	<i>j</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>n</i>		
Avec enveloppe chauffée.														
50	99	49	327	279	48	67	115	0,74	0,84	0,82	0,95	0,86	0,78	(1) Les degrés Fahrenheit F et centi- grades C, relatifs à une même température, sont donnés par la relation $\frac{F-32}{C} = \frac{9}{5}$.
100	100	45	327	274	53	62	115	0,79	0,91	0,83	0,98	0,93	0,81	L'eau bout sous la pression normale à 212 degrés Fahrenheit.
150	100	40	327	267	60	55	115	0,80	0,83	0,84	0,92	0,89	0,81	
200	99	50	327	267	60	55	115	0,83	0,90	0,87	0,95	0,92	0,82	
250	88	35	318	259	59	47	106	0,82	0,88	0,85	0,91	0,89	0,80	
Avec enveloppe froide.														
50	98	50	326	280	46	68	114	0,52	0,63	0,59	0,73	0,66	0,58	(2) Exprimée en pour cent de l'eau de condensation recueillie, pertes par fuites non déduites.
100	90	45	320	274	46	62	108	0,63	0,74	0,68	0,79	0,76	0,66	(3) Exprimée en pour cent de l'eau de condensation, pertes par fuites déduites.
150	99	43	327	271	56	59	115	0,68	0,80	0,71	0,84	0,81	0,70	(4) Fuites dans le cylindre pendant la détente déduites.
200	90	40	320	267	53	55	108	0,73	0,81	0,76	0,85	0,83	0,74	
250	89	36	319	260	59	48	107	0,72	0,81	0,74	0,83	0,81	0,72	

En examinant ces chiffres, on voit que dans quelques cas, lorsque l'enveloppe de vapeur fonctionnait, la vapeur était non seulement sèche, mais encore un peu surchauffée à fin de course, et la différence entre les chiffres des colonnes e et f donne une valeur très approchée de la quantité de vapeur formée pendant la détente par revaporisation après condensation. Les chiffres trouvés en calculant ces quantités d'après les diagrammes, ont d'ailleurs été groupés de manière à former les courbes de la figure 6, qui montrent que ces coefficients, pour des vitesses et des températures différentes, tendent tous vers l'unité au fur et à mesure que la vitesse augmente.

TABLEAU IV.

NOMBRE DE TOURS	TEMPÉRATURES D'ADMISSION EN DEGRÉS CENTIGRADES							
	ENVELOPPES CHAUFFÉES				ENVELOPPES FROIDES			
	118°	138°	158°	178°	118°	138°	158°	178°
<i>Vapeur condensée pendant l'admission, par mille coups de piston, en livres.</i>								
50	0,40	"	5,70	1,60	8,50	12,30	18,00	15,00
150	0,48	1,70	4,20	4,80	4,80	6,80	9,30	9,80
250	0,91	2,00	3,70	"	2,90	4,50	5,80	"
<i>Vapeur revaporisée pendant la détente, par mille coups de piston, en livres.</i>								
50	0,71	"	3,30	0,40	2,20	3,20	3,70	"
150	0,98	2,00	2,50	2,30	1,40	2,30	3,60	2,80
250	0,92	1,90	2,10	"	1,62	2,30	2,50	"
<i>Vapeur admise au cylindre, pertes déduites, p^r mille coups de piston, en livres.</i>								
50	7,70	12,20	30,90	38,60	18,60	29,90	44,80	53,70
150	7,10	45,00	27,20	40,70	13,40	20,40	32,80	44,90
250	9,10	45,50	21,10	"	11,50	17,30	26,80	"

Le tableau IV donne les poids d'eau condensée et revaporisée au contact des parois du cylindre. Ces essais faits avec admission constante montrent que la quantité de vapeur condensée pendant l'admission augmente plus vite avec les enveloppes chaudes qu'avec les enveloppes froides, lorsque la température de cette vapeur devient plus élevée.

On remarque, en outre, que ces condensations diminuent régulièrement dans le cas des enveloppes non chauffées lorsque la vitesse augmente, tandis qu'elles augmentent avec la vitesse lorsque les enveloppes sont chauffées; mais cette dernière constatation est plus apparente que réelle et semble due à ce que le poids de vapeur admis est très faible dans les premiers de ces derniers essais, et augmente rapidement quand la vitesse s'élève. Le pourcentage de vapeur condensée rapporté à la quantité totale de vapeur consommée reste d'ailleurs à peu près invariable. Les échanges de chaleur entre les parois des cylindres et la vapeur sont dans tous les cas très faibles. Ces échanges augmentent régulièrement avec l'élévation de la température de la vapeur à l'admission et sont naturellement plus forts, le double à peu près, dans les cas des essais avec enveloppes froides qu'avec les enveloppes chauffées, comme il fallait s'y attendre, du reste.

La revaporisation pendant la détente est sensiblement la même, quoique, en général, un peu plus forte avec les enveloppes froides qu'avec les enveloppes chauffées; elle s'exerce dans quelques-uns de ces derniers cas, il est vrai, sur le presque totalité de l'eau condensée. La quantité de chaleur empruntée par cette revaporisation aux parois des cylindres est, dans tous les cas, très faible par rapport à celle qui leur a été cédée par condensation de vapeur.

L'emploi d'enveloppes chaudes n'a donc, pour ainsi dire, aucune influence sur le taux de revaporisation pendant la détente, même aux faibles vitesses, où il est de beaucoup plus économique qu'aux grandes.

Influence du rapport du poids de vapeur admis dans les enveloppes et dans le cylindre. — Les essais ont montré que les rapports des quantités de chaleur fournies aux enveloppes et au cylindre moteur varient entre des limites très étendues.

Aucune loi ne permet de définir l'influence de ce rapport sur le

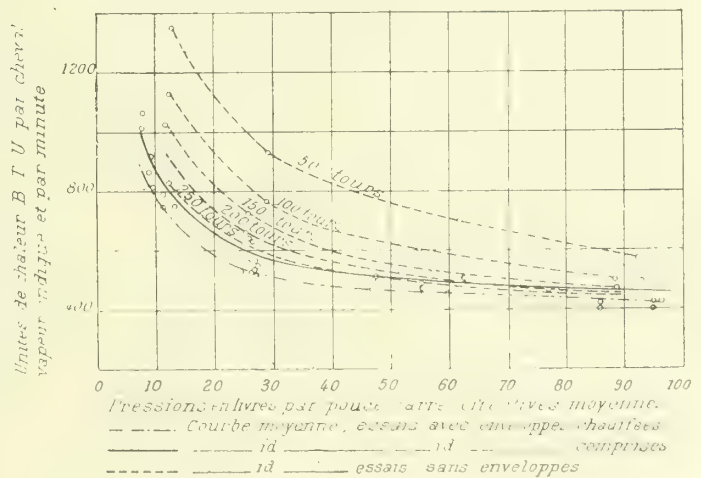


Fig. 7. — Courbes de consommation de chaleur dans le cylindre par cheval-minute indiqué.

taux de condensation et de revaporisation; certains de ces résultats donnaient des indications entièrement opposées à celles des autres; on peut néanmoins en conclure que lorsque la consommation de vapeur dans les enveloppes est très grande, le rendement de la machine baisse dans des proportions absolument anormales.

Consommation de vapeur. — La comparaison entre les différentes consommations montre que la dépense totale de la vapeur aux températures et pressions élevées est à peu près la même avec ou sans admission de vapeur dans les enveloppes, même aux petites vitesses, et que, dans certains cas, la machine, fonctionnant sans admission de vapeur dans les enveloppes, donne de meilleurs rendements que la même machine avec enveloppes chauffées.

Conclusions générales. — Bien qu'il soit difficile de conclure du particulier au général en se basant sur une série d'expériences faites avec

une seule machine, on peut cependant en déduire que dans des conditions de fonctionnement déterminées et analogues à celle de l'expérience, les conclusions suivantes sont toujours applicables :

1° Les pertes par fuites à travers les joints des tiroirs sont à peu près indépendantes de la vitesse des organes de distribution; elles croissent à peu près proportionnellement à la différence de pression entre les deux espaces qu'elles font communiquer, sont inversement proportionnelles à la surface des recouvrements et peuvent être très importantes dans certains cas;

2° Pour une machine fonctionnant sans enveloppes et pour un taux d'admission déterminé, la condensation initiale, en pour cent de la

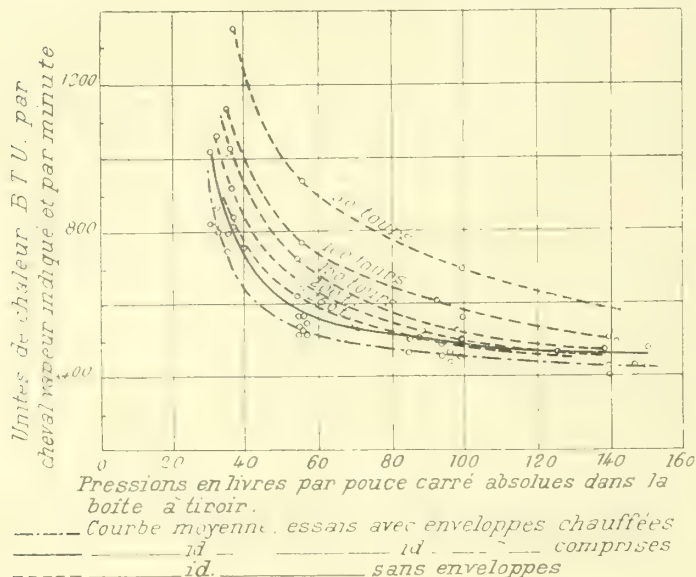


FIG. 8. — Courbes de consommation de chaleur
à l'entrée de la boîte à tiroirs par cheval-minute indiqué.

vapeur totale consommée, diminue quand la température à l'admission augmente, tandis que la quantité totale de vapeur condensée par coup de piston augmente. En ne tenant pas compte des fuites, les résultats sont complètement différents et même quelquefois inversés;

3^o La revaporisation dans les mêmes conditions est à peu près indépendante du chauffage de l'enveloppe et même quelquefois plus grande avec les enveloppes froides; elle est donc indépendante de la température moyenne des parois du cylindre. Mais ces conclusions ne sont vraies que pour les chiffres corrigés;

4° Pour certaines vitesses et pour un taux d'admission donné, il existe des températures et des pressions de vapeur pour lesquelles la machine fonctionne plus économiquement sans enveloppes qu'avec enveloppes chauffées. En construisant les courbes (fig. 7) donnant les quantités de chaleur consommées par cheval-minute dans la machine sans enveloppe, pour les diverses vitesses, les pressions étant portées en abscisses, on constate que les cinq courbes obtenues tendent à se rapprocher au fur et à mesure que la température s'accroît.

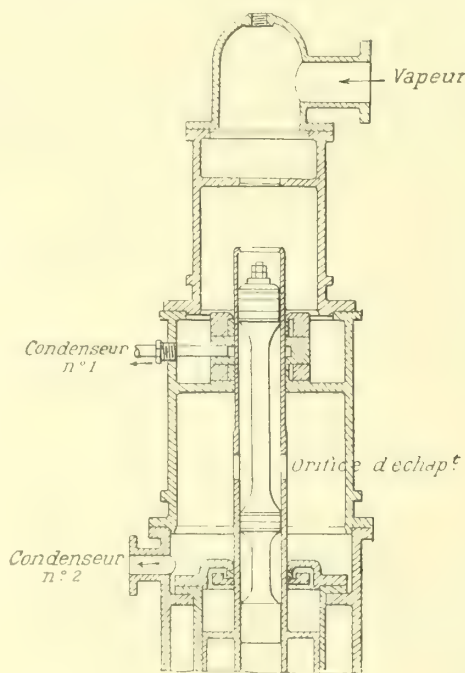


FIG. 9. — Moteur Willians
disposé pour la détermination des fuites
par le tiroir-piston.

croît. En construisant de même les courbes donnant les consommations de la machine fonctionnant avec l'enveloppe chaude, on obtient des points plus irrégulièrement placés, mais dont les ordonnées moyennes donnent une courbe coupant les précédentes; les points situés au delà de ces intersections indiquent les dépenses de chaleur plus fortes pour la machine avec enveloppes chaudes qu'avec enve-

lottes froides. C'est la première fois que ce fait a été clairement établi au moyen de diagrammes.

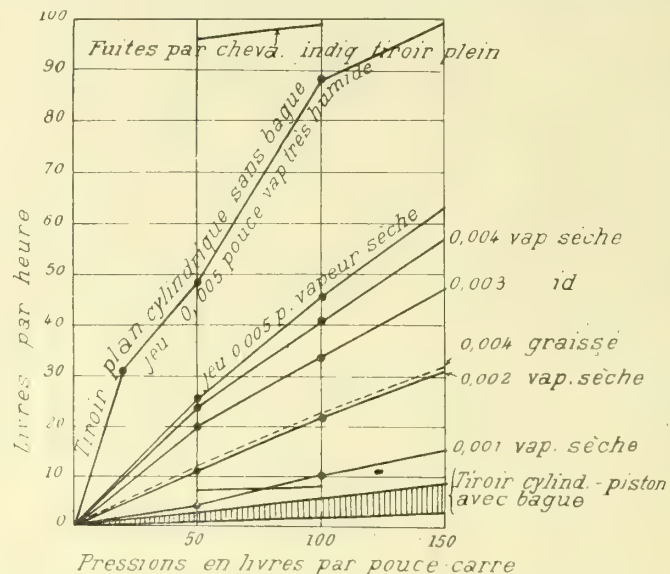


FIG. 10. — Courbes des fuites par le tiroir-piston Williams Robinson.

pour compléter ces renseignements, celles qui ont été faites par M. H. Riall Sankey, dont des études antérieures avaient porté sur les fuites par les tiroirs d'une machine verticale du type Willians Robinson à simple effet. Les tiroirs cylindriques équilibrés et intérieurs avaient été

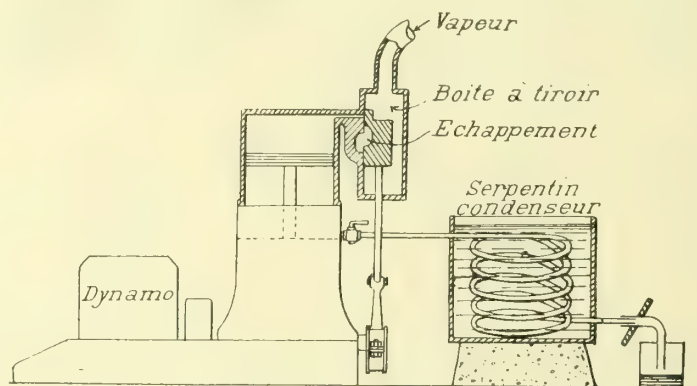


FIG. 11. — Arrangement d'un moteur pour la détermination des fuites par le piston.

disposés spécialement pour cette étude comme le montre la figure 9.

M. Sankey a constaté que ces pertes par fuites, qui étaient très irrégulières lorsque la machine était arrêtée, devenaient au contraire régulières dans chaque cas lorsqu'elle était en mouvement, et ne

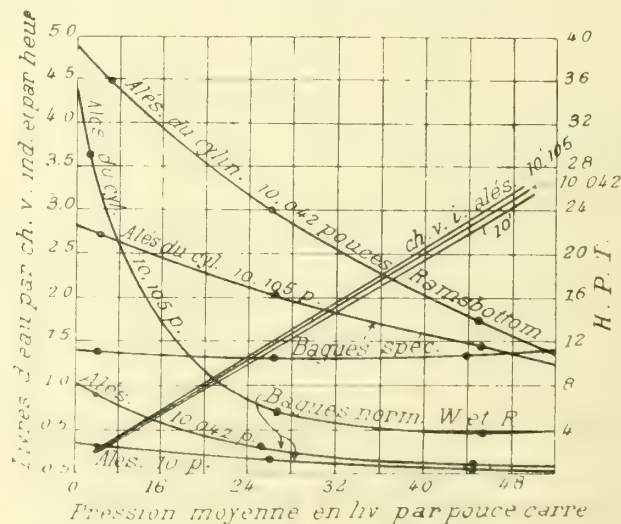


FIG. 12. — Courbes des fuites par le piston.

variaient pas avec la vitesse quand celle-ci passait de 20 à 500 tours. Pour examiner la question de plus près, il augmenta ensuite le jeu existant entre le tiroir-piston et son cylindre en le rendant successi-

vement deux, trois, quatre et cinq fois plus grand qu'il n'était au début. Lorsque les pistons étaient garnis de bagues fendues et de ressorts, les pertes par fuites variaient au maximum de 3 à 8 livres par heure pour une pression de 150 livres par pouce carré, tandis que les pistons pleins sans bagues et avec des jeux différents, graissés ou non graissés, avec vapeur sèche ou humide, ont donné des pertes représentées dans la figure 10 par les diverses lignes brisées. On voit dans toutes ces lignes que les fuites augmentent, comme précédemment, à peu près proportionnellement à l'accroissement de la pression et que les résultats qui ont trait à une machine industrielle, sont de beaucoup supérieurs à ceux de la machine expérimentale dont la courbe a été ajoutée au-dessus des autres sur ce diagramme.

L'auteur de cette observation avait également étudié les fuites par les pistons garnis de bagues fendues en disposant l'expérience comme le montre la figure 11, la machine étant à simple effet et le tiroir étant plan. La pression variait entre 10 et 50 livres par pouce carré. Ce cylindre était muni d'un piston de 10 pouces de diamètre, garni de bagues fendues ayant, ouvertes, un diamètre de 10,105 pouces (environ 0^m 26). Il fut successivement alésé, après ces premiers essais, à 10,042 et à 10,005 pouces et le piston muni de trois sortes de bagues différentes. Les résultats qu'ils ont donnés sont représentés par le diagramme de la figure 12.

Bien que s'appliquant à une machine de laboratoire de petites dimensions, les essais de la Commission sont déjà intéressants, ils le seraient beaucoup plus s'il s'agissait d'une machine industrielle de grande puissance, car ils permettraient d'arriver à des conclusions plus conformes aux cas de la pratique et directement applicables.

F. HOFER,

Ingenieur des Arts et Manufactures.

CHIMIE INDUSTRIELLE

L'ESSENCE DE TÉRÉBENTHINE ARTIFICIELLE

Les *térébenthines* sont des composés naturels, de consistance molle, formés par le mélange d'un carbure ($C^{10}H^{16}$, *térébenthène*) et d'une ou plusieurs résines acides. Ces mélanges complexes sont le résultat de l'exsudation naturelle ou provoquée de végétaux appartenant à la famille des conifères. On appelle *essence de térébenthine* le produit brut et commercial de la distillation des térébenthènes, produit constitué en grande partie par du térébenthène bouillant à + 156 degrés, mélangé à des hydrocarbures plus volatils et à des produits plus fixes, formés par du térébenthène qui s'est oxydé au cours de la distillation ou dans les vases mal bouchés qui le contiennent; il contient aussi presque toujours un peu de cymène provenant de la combustion lente de l'essence par l'oxygène atmosphérique.

L'essence de térébenthine a des usages industriels nombreux et variés. Dissolvant des corps gras, elle est employée par les teinturiers-dégraissiers; dissolvant des résines, elle est une importante matière première pour la fabrication des vernis; dissolvant de l'huile de lin rendue siccatrice par l'action des oxydes de plomb et de manganèse, elle sert au vernissage du cuir et de la toile cirée; les peintres en bâtiment l'utilisent également pour dissoudre et délayer l'huile d'œillette et l'huile de lin crues, ainsi que le mélange d'huile avec la céruse ou le blanc de zinc qui constitue la couche de peinture. Ces applications nombreuses à des usages divers lui assurent ainsi des débouchés très importants, et le commerce de l'essence de térébenthine est un commerce prospère qui met en mouvement de gros capitaux.

Aussi est-il tout naturel que le désir soit venu de longue date aux industriels d'en accroître la production, en perfectionnant le plus possible ses modes d'obtention. L'idée de la fabriquer en partant d'autres substances que des térébenthènes naturels est ancienne déjà.

M. Elfström, Ingénieur à Umea (Danemark), ayant étudié, à un point de vue à la fois théorique et pratique, l'application de la vapeur d'eau surchauffée à la distillation sèche du bois, a eu l'idée de s'en servir pour obtenir du goudron végétal et de l'essence de térébenthine, en partant de bois riches en résine. La première usine établie pour l'exploitation de son procédé n'a encore qu'une importance assez faible, mais tout porte à croire que son développement ne tardera pas à devenir considérable.

L'installation comporte une chaudière servant de générateur, un surchauffeur et une cornue horizontale, d'une capacité de 15 mètres cubes, pouvant être chauffée à feu nu ou par circulation de vapeur. On remplit d'eau la chaudière et on garnit de bûches de bois riche en résine, de troncs de pin par exemple, la cornue qui est ensuite hermétiquement close. La vapeur produite dans la chaudière est conduite au surchauffeur qui la porte à 200 ou 250 degrés, et, de là,

à la cornue, qui est chauffée en même temps qu'est allumé le foyer du générateur. Le bois ne tarde pas à distiller: il vient du goudron, qui se rassemble au fond de la cornue, et un mélange de vapeur d'eau et de produits volatils qui s'échappe par un orifice situé au ciel de la cornue et qu'une canalisation amène à un serpentin entouré d'un réfrigérant. La vapeur ainsi dégagée provient de deux sources: de la volatilisation de l'eau de la chaudière, de la volatilisation de l'eau de constitution du bois.

Au sortir du serpentin, deux ordres de produits sont recueillis: d'une part, des gaz combustibles, résultant de la distillation, qui sont envoyés à un gazomètre, et utilisés pour le chauffage des foyers et du surchauffeur et même pour l'éclairage de l'usine; d'autre part, une émulsion d'aspect laiteux, qui contient de l'eau et de l'essence de térébenthine et qui est conduite à des bacs de décantation.

A l'usine de M. Elfström, l'installation est plus complète que ne le marque la description sommaire précédente: au sortir de la cornue horizontale, le mélange de gaz et de vapeurs est amené à une seconde cornue identique à la première; ce n'est qu'au sortir de celle-ci qu'il va au serpentin à réfrigérant. Chaque cornue est percée à sa partie la plus déclive d'un orifice pour l'évacuation du goudron de bois, et, sur une de ses parois d'un trou d'homme pour le nettoyage. Il serait souhaitable, au point de vue de l'économie à réaliser dans la marche de l'usine, que les cornues successives soient plus nombreuses, qu'il y en eût, par exemple, trois, quatre, cinq, six même, séparées les unes des autres par des surchauffeurs: on y gagnerait d'utiliser mieux la chaleur produite et de pouvoir mieux conduire les opérations.

Dans les bacs à décantation, l'essence de térébenthine se sépare de l'eau par simple décantation, qui s'effectue d'autant mieux qu'il existe entre les deux produits une différence de densité plus considérable. Cette différence est accrue, d'ailleurs, par un artifice très simple: on additionne l'eau de sel marin; on remplace ainsi par une solution salée qui a un poids spécifique supérieur à celui de l'eau pure. On peut aussi donner aux bassins de décantation une forme convenable pour que leur fonctionnement soit analogue à celui de ces récipients florentins qu'utilise l'industrie de la distillation des essences.

Le principal avantage que présente le procédé Elfström sur les procédés ordinaires, consiste en ce que les produits de la distillation sont très purs. C'est le cas, surtout pour l'essence de térébenthine, qui est de qualité excellente et comparable de tous points aux meilleures marques. Quant au goudron de bois, il se distingue pareillement par sa qualité exceptionnelle. Il en est de même du résidu ultime de la distillation, qui est un charbon de bois sonore au choc, de couleur noire, possédant un éclat très vif sur toute sa surface de rupture.

Il faut ajouter aussi que le rendement commercial pratique est de 68 à 70 % de charbon; bien supérieur à celui des procédés usuels.

La raison de la supériorité du procédé Elfström doit être rapportée à ce que, dans les cornues, la distillation est très régulière, et qu'elle s'effectue à un degré relativement bas; on sait qu'aux températures élevées l'essence de térébenthine subit une oxydation de quelques-uns de ses composants, qu'elle contracte une odeur désagréable et que, en tous cas, elle perd un certain nombre de ses propriétés. Il est évident que la valeur commerciale du procédé résulte principalement de la très bonne qualité de l'essence de térébenthine produite. Mais il faut ajouter aussi que trois facteurs interviennent pour la fixer; la teneur en résine du bois distillé, son prix d'achat, et l'importance même de l'établissement.

Au point de vue de la teneur du bois en résine, il y a intérêt à distiller de préférence des vieux bois de pin ou de sapin, ayant perdu par dessiccation à l'air une partie de leur eau de constitution. Ne pouvant pas toujours trouver des bois de cette nature, on est contraint de constituer des approvisionnements, et ici intervient une considération économique qui a une grande valeur: le prix d'achat et l'intérêt du capital immobilisé par les réserves des matières premières.

Quant à l'importance de l'usine, elle a une réelle influence sur les bénéfices. Ce n'est ni doubler ni tripler le « premier établissement », que doubler ou tripler le nombre des cornues et des surchauffeurs; c'est l'accroître dans une proportion relativement faible, et l'on conçoit que cinq ou six cornues peuvent être combinées en un système continu sans nécessiter pour leur surveillance beaucoup plus de main-d'œuvre que n'en exige un système de deux cornues conjuguées seulement. De même, la chaudière produisant la vapeur d'eau à envoyer à la première cornue est, toutes proportions gardées d'ailleurs, d'autant plus petite que le nombre des cornues successives est plus grand, puisque, pour chacune d'elles, la vapeur de l'eau contenue dans le bois soumis à la distillation vient augmenter le volume de celle que produit la chaudière initiale. Théoriquement même, et pour un travail conduit de façon ininterrompue avec une série suffisamment grande de cornues, on pourrait concevoir à la rigueur que, le système une fois en train, la chaudière initiale deviendrait superflue après avoir envoyé une première quantité de vapeur d'eau. Cependant, comme, pour la bonne marche du travail de l'usine, la chaudière peut et doit servir à d'autres usages qu'à la vaporisation initiale,

il convient de lui donner une capacité et une surface de chauffe supérieures à celles qu'exigerait ce seul emploi.

L'installation qu'a combinée M. Elfström est extrêmement intéressante, et ses résultats d'exploitation sont de nature à encourager les carbonisateurs de bois et à les engager à fixer leur attention sur le procédé.

La distillation du bois en vase clos est une industrie importante, qui permet la bonne utilisation des déchets de bois, des sciures, et aussi des coupes de bois taillis dont la valeur, sans elle, serait à peu près nulle. Telle qu'elle existe à l'heure actuelle en France, elle a pour but surtout, *exceptis excipiendis*, de produire du méthylène dénaturant, de l'alcool méthylique, de l'acide acétique, et quelques autres substances fort peu nombreuses parmi les soixante-dix-huit différentes qu'elle pourrait fabriquer. Si elle ne s'applique pas à produire toutes ces substances, mais seulement quelques-unes d'entre elles (les plus faciles et les moins coûteuses à obtenir), c'est, en grande partie, à cause du prix élevé d'une installation faite en vue de les produire toutes; il est possible que, dans le cas où les capitaux à la disposition du propriétaire ou du créateur d'une usine carbonisatrice ne permettraient de faire qu'une installation à la fois médiocre et incomplète, il y aurait avantage pour lui à envisager la création d'un système de distillation sous vapeur d'eau surchauffée, installation qui se ferait sans frais par trop considérables, et qui donnerait de bons résultats économiques.

C'est une question qui ne peut pas être envisagée ici avec les détails qu'elle comporterait, mais que les intéressés feront sagement d'étudier avec soin.

Francis MARRE.

TRAVAUX PUBLICS

VIENNE AU DÉBUT DU XX^e SIÈCLE

Les agrandissements incessants de la capitale de l'Autriche, depuis la disparition des anciens remparts, en ont fait une des plus importantes et des plus agréables cités de l'Europe; ils ont entraîné des travaux éditaires considérables, dont une grande partie a été achevée dans ces dernières années, tandis que les autres sont seulement projetés. L'activité s'est manifestée dans tous les domaines de l'art de l'Ingénieur, puisqu'il a fallu modifier et régulariser des cours d'eau, créer des réseaux d'égouts, construire de nombreux ponts, amener l'eau de sources éloignées, installer l'éclairage électrique et améliorer l'éclairage au gaz, développer les services postaux et télégraphiques, transformer et plus que doubler le réseau des tramways, construire un métropolitain à vapeur qui sert de trait d'union entre les nombreuses lignes aboutissant des diverses régions à la capitale, etc.

Aussi l'Union des Ingénieurs et Architectes autrichiens a-t-elle cru l'occasion favorable, au moment où une période de grands travaux prenait fin, pour reprendre l'ouvrage ancien de M. Emile Winkler (publié pendant l'Exposition de 1873) et le mettre au courant de tous les progrès réalisés depuis lors, de manière à fixer dans une vaste monographie l'aspect matériel de la ville au début du siècle actuel.

Un grand nombre de collaborateurs compétents, sous la direction de M. Paul Kortz, se sont partagé cette tâche, et le premier volume, qu'ils viennent de publier ⁽¹⁾, montre les heureux résultats de leur travail commun.

Nous en analyserons succinctement les principaux chapitres, dont les éléments ont été puisés aux sources officielles, et dont chacun constitue, sur le sujet traité, un document sûr et complet.

La première partie constitue une monographie générale de la ville, aux points de vue topographique, orographique, météorologique, géologique et minier, enfin au point de vue administratif et statistique.

Des reproductions héliographiques de plans et de gravures anciennes font ressortir l'étendue et l'aspect de la ville à plusieurs époques.

Le moyen âge y a laissé plusieurs beaux monuments gothiques, notamment le clocher de Saint-Étienne, l'église Sainte-Marie « am Gestade », celle des Augustins, etc. Après la destruction des fortifications, pendant le siège de 1529 et quand les conquêtes des Turcs eurent réduit Vienne, en 1544, à devenir la forteresse avancée de la chrétienté, on entreprit la construction de nouveaux remparts qui, en réalité, ne furent pas achevés avant la fin du XVII^e siècle, et subsistèrent jusqu'aux guerres du premier empire, puis, avec quelques modifications, jusqu'en 1857. Alors seulement, sous la pression d'une impérieuse nécessité, la Ville put faire disparaître la ceinture qui l'étouffait et rejoindre, à travers les zones militaires, les agglomérations de la banlieue, déjà très importantes.

⁽¹⁾ *Wien am Anfang des XX Jahrhunderts*, guide artistique et technique publié, en deux volumes, par M. Paul Kortz, Ingénieur-Conseil des travaux d'architecture de la Ville, sous la direction de l'Union des Ingénieurs et Architectes autrichiens.

Tome I^{er}: un volume, grand in-8^o de 332 pages, avec de nombreuses illustrations. — Seiden et Wiedl, éditeurs, Vienne, 1903. — Prix de deux volumes: 4 fr. 75 francs.

Aujourd'hui le vide est à peu près comblé, et depuis 1890 les limites de la commune, encore une fois reculées, embrassent vingt quartiers d'une superficie totale de 17 800 hectares.

La figure 1 montre bien les accroissements successifs dont nous venons de parler, et fait ressortir en même temps la proportion relative des surfaces bâties et des réserves (jardins, parcs, cimetières); celles-ci présentent encore, heureusement, de vastes superficies qui contribuent à l'agrément autant qu'à l'hygiène de la ville.

La création ou la transformation de tous ces quartiers a nécessité d'importants travaux auxquels est consacrée la deuxième partie du volume, la plus considérable.

Celle-ci débute par les chapitres sur les chemins de fer. Les grandes gares terminus de Vienne sont : la gare François-Joseph (ligne d'Egra); celles du Nord-Ouest (ligne de Telschen), du Nord (ligne de Cracovie), de la Compagnie de l'Etat austro-hongrois (lignes de Bodenbach, de Raab et de Budapest), d'Anspang (ligne d'Anspang), du Sud (lignes de Trieste et de Pottensdorf); enfin celle de l'Ouest (ligne de Salzbourg). La première et la dernière appartiennent aux Chemins



FIG. 1. — Plan d'ensemble de la ville de Vienne.

A, enceinte fortifiée détruite en 1857; — B, limites de la commune jusqu'en 1890; C, limites actuelles de la commune.

de fer de l'Etat autrichien, tandis que les autres sont respectivement aux Compagnies du Nord-Ouest autrichien, du Kaiser Ferdinand, de l'Etat austro-hongrois, d'Anspang et du Midi.

Ces lignes sont reliées entre elles par de nombreux raccordements et, en outre, par le nouveau réseau métropolitain à vapeur, composé de quatre lignes spéciales.

L'ensemble de ce réseau métropolitain et de petite banlieue, assez compliqué, comprend 90 kilom. de voies. La figure 2 en fait ressortir le plan et montre l'ensemble des raccordements qui jouent un rôle essentiel, puisque le Métropolitain est un réseau à service complet, capable de recevoir des trains de grandes lignes.

Nous n'entrerons pas ici dans l'organisation de cette exploitation qui a déjà été décrite par le *Genie Civil* ⁽¹⁾.

Bornons-nous à signaler que la progression du trafic a été celle-ci :

ANNÉES	VOYAGEURS	TONNAGE DES MARCHANDISES	RECETTES BRUTES
1898	6 922 380	103 480	1 218 615
1900	28 243 443	407 385	3 681 520
1903	32 012 240	408 880	3 287 040

L'ouvrage cité reproduit les plans de la plupart des grandes gares et diverses photographies extérieures ou intérieures.

Le réseau urbain des tramways est municipal et à traction électrique mixte, par trolley et caniveau; il comprend 170 kilom. de voies. L'application du caniveau ⁽²⁾ est faite sur une grande échelle et dans des conditions difficiles, par suite de la complexité des raccordements. D'autres lignes à vapeur ou électriques, appartenant à diverses Compagnies, desservent certains endroits de la banlieue. L'ancienne ville fortifiée, qui constitue aujourd'hui le premier arrondissement, est privée de tramways, de même que la cité de Londres, vu l'étroitesse de ses rues tortueuses.

⁽¹⁾ Voir le *Genie Civil*, t. XLII, n^o 15, p. 14.

⁽²⁾ Voir le *Genie Civil*, t. XLVI, n^o 10, p. 15.

Pour la navigation sur le Danube, une Compagnie, dont la fondation remonte à 1829, possède plus de 150 vapeurs, presque tous à roues, et de nombreux chalands en fer.

Des chapitres sont également consacrés aux postes, télégraphes, téléphones, poste pneumatique, et contiennent les données statistiques les plus récentes sur la marche de ce service. Signalons seulement l'installation des câbles électriques, comme en Angleterre et en Amérique, dans des blocs de béton moulé percés de trous, en forme de nids d'abeille.

Une étude plus importante est celle de l'assainissement de la ville, qui a pris de grandes proportions depuis l'annexion des nouveaux quartiers en 1890. Des collecteurs principaux longent chaque rive de la Vienne et chaque rive du canal du Danube; ils débouchent dans ce canal en aval du pont du chemin de fer de l'État, en attendant que

Vienne même, entre Nussdorf et Fischamend, les travaux définitifs, comportant la régularisation du fleuve proprement dit et celle du Danube (dérivation prise à Nussdorf, sur la rive droite, et rejoignant le fleuve après avoir reçu la Vienne), ont été ordonnés par une loi en 1869, et réalisés à frais communs partagés également entre l'État, la Province et la Ville.

La rive droite du Danube est protégée par un talus artificiel à faible pente, tandis que sur la rive gauche est ménagé un large « champ d'inondation », limité par une digue de 5 mètres de largeur en couronne, qui protège le Marchfeld.

Des ports fluviaux assez importants ont été aménagés à Kuchelau et à Freudenu; ce dernier est dénommé port d'hiver.

La régularisation du canal du Danube et sa protection contre les glaces, charriées en abondance par le fleuve, est assurée par un sys-

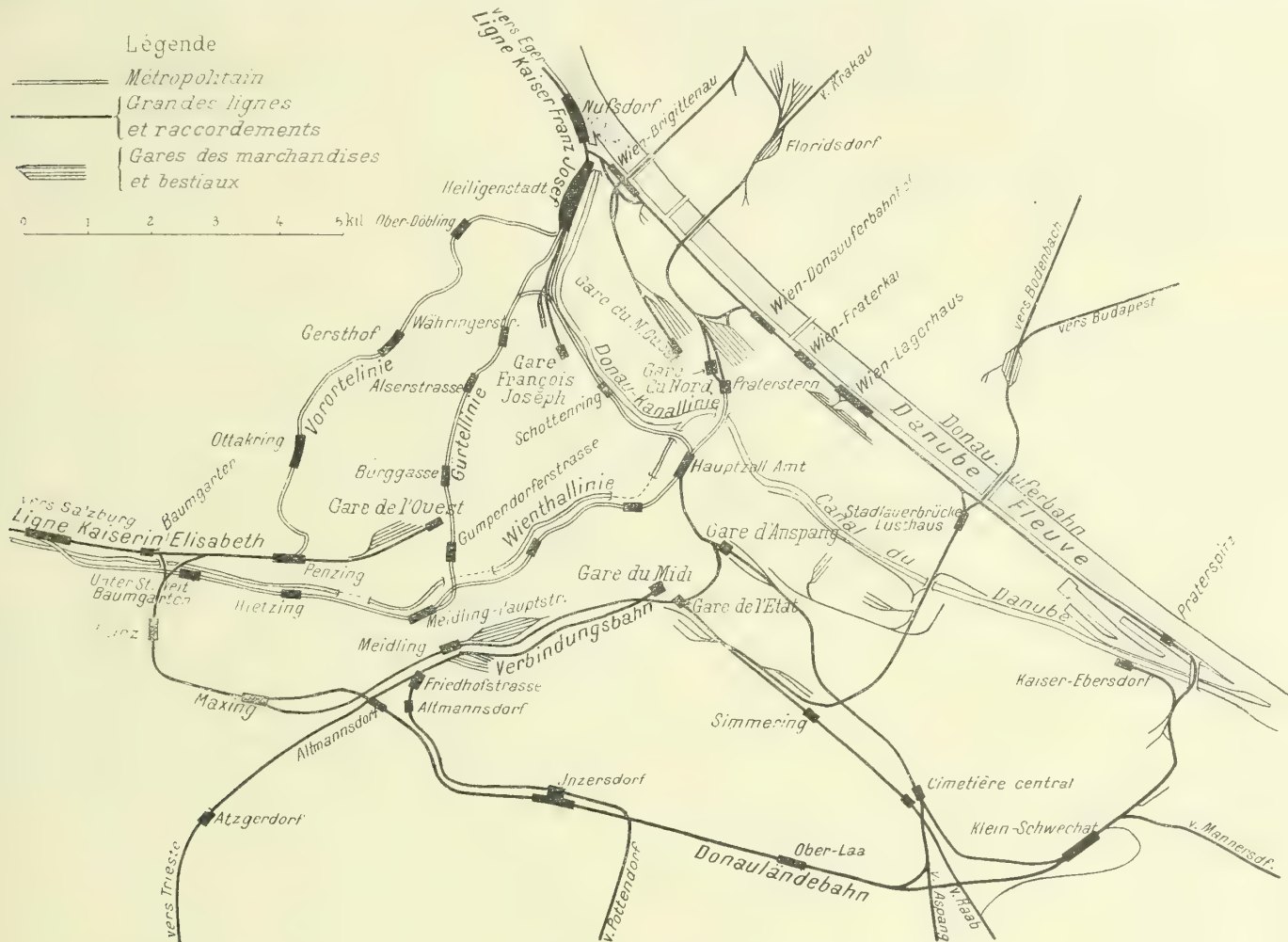


FIG. 2. — Plan d'ensemble du réseau des voies ferrées à Vienne.

des prolongements reportent ce débouché dans le Danube même.

L'alimentation en eau a reçu aussi une grande extension par suite de la captation de nouvelles sources et de la construction d'aqueducs dont le *Genie Civil* a indiqué le tracé (1).

Après avoir signalé les usines à gaz et la grande centrale électrique, où deux usines juxtaposées fournissent le courant pour l'éclairage et la traction, les auteurs passent enfin en revue les travaux de régularisation du Danube et de la Vienne.

La régularisation du Danube, en raison du régime de ce fleuve et de la situation de la ville dans son lit majeur, fréquemment atteint par les inondations, aussi bien qu'en raison des besoins de la navigation, a été entreprise de longue date par l'État autrichien. Dans

tête de quatre barrages éclusés, dont le plus important se trouve à Nussdorf, c'est-à-dire au débouché amont du canal.

La Vienne, cours d'eau à régime torrentiel, dont les énormes variations de débit nuisaient gravement à l'hygiène et à la sécurité des riverains, a été également l'objet d'améliorations importantes : création de réservoirs, à Weidlingau, en amont de Vienne, pour retenir les eaux d'orage; amélioration du lit et exécution de collecteurs latéraux qui évitent sa contamination par les eaux vannes.

L'étude qui a été publiée antérieurement par le *Genie Civil* sur cet ensemble de grands travaux (1) nous dispense d'entrer à ce sujet dans plus de détails.

A. C.

VARIÉTÉS

Les propriétés mécaniques du fer en cristaux isolés.

Cette question a fait l'objet d'une note de MM. F. Osmond et Ch. Fremont, présentée par M. H. Moissan à l'Académie des Sciences, dans la séance du 7 août; nous la reproduisons ci-après *in extenso* :

Les fers et les aciers doux du commerce étant essentiellement des agrégats de grains cristallins polyédriques, il semblerait naturel que l'étude de ces métaux, au point de vue de leurs propriétés méca-

niques, eût pris pour point de départ le cristal isolé qui en est l'unité structurale.

Cependant, faute de matériaux appropriés, on ne sait encore rien des propriétés mécaniques du cristal de fer, si ce n'est qu'il possède un clivage facile parallèle aux faces du cube.

Grâce à l'obligeance de M. Wert, Directeur des établissements métallurgiques de Denain et Anzin, nous avons eu des fragments d'un rail d'acier qui, pendant quinze ans, avait servi d'armature à un four. Dans les régions où l'oxydation n'a pas été totale, le métal, conservé sous une couche d'oxyde plus ou moins épaisse, a perdu la plus grande partie de son carbone. Les autres éléments étrangers ont été scorifiés

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XLVI, n° 3, p. 77.

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XXXIX, n° 19, p. 297.

et, finalement, il est resté du fer presque pur qui s'est trouvé soumis, par places, aux conditions les plus favorables pour le développement de la cristallisation. Certains cristaux avaient pu atteindre un volume de plusieurs centimètres cubes, et il était possible d'y tailler des barrettes, cristallographiquement orientées d'après les clivages apparents ou d'après les lamelles de Neumann, et de dimensions suffisantes pour les essais que nous avons en vue.

Traction. — Les barrettes de traction, avec leurs têtes, exigeant un volume relativement grand de métal, nous n'avons pu en obtenir qu'une seule, dont l'axe était parallèle à un axe quaternaire. Nous lui avons donné la forme préconisée par l'un de nous, c'est-à-dire celle d'un tronc de cône de 28 millimètres de hauteur, avec bases de 16 et 8 millimètres de diamètre respectivement. La petite base est reliée à une partie cylindrique de même diamètre et de 10 millimètres de longueur. La limite d'élasticité, déterminée par la position après rupture de la limite du dépolissage sur la surface tronconique polie a varié de 13 à 16 kilogr. par millimètre carré. La courbe enregistrée des déformations-charges donne un palier notable à 16^{kg} 5. La charge de rupture, rapportée à la section initiale, égale 27^{kg} 8. La contraction sur section rompue atteint 85 %.

Compression. — Deux éprouvettes ont été prélevées dans le même cristal préalablement recuit au rouge cerise clair (environ 800 degrés) et taillées sous forme de prismes. On a trouvé, la direction de l'effort étant parallèle à un axe :

	Quaternaire.	Tertiaire.
Limite d'élasticité kilogr.	13,9	17,0
Écrasement % par kilogr. au-dessus de la limite d'élasticité. —	0,34	0,29

La limite d'élasticité est marquée sur la courbe enregistrée des déformations-charges par un point nettement angulaire.

Dureté. — La dureté a été mesurée par la méthode de Brinell, adaptation industrielle de la théorie de Hertz et des essais de M. Auerbach. Cette méthode consiste à appuyer sur une surface polie, sous une pression donnée, une bille sphérique de rayon connu, et à prendre le diamètre de l'empreinte avec un microscope muni d'un micromètre oculaire. Dans nos expériences, la pression était de 140 kilogr. et le diamètre de la bille en acier trempé de 5 millimètres.

Nous avons trouvé, pour le diamètre des empreintes, en millimètres :

Métal recuit :	Sur face		
	<i>p</i>	<i>b</i> ¹	<i>a</i> ¹
Au rouge très sombre (550 degrés) . .	1,540	1,500	1,484
Au rouge cerise clair (800 degrés) . .	1,642	1,602	1,583

Chaque chiffre représente la moyenne de quatre empreintes mesurées suivant deux diamètres rectangulaires.

Les empreintes sur faces cristallographiques ne sont pas exactement circulaires comme sur les métaux à grain fin. Elles ont une tendance à prendre un contour octogonal sur les faces *p* et *b*¹, hexagonal sur la face *a*¹ et ces contours ne sont pas toujours très nets. Il résulte de là une petite incertitude sur les mesures et, comme les différences constatées sur faces différentes ne dépassent pas beaucoup les limites des erreurs expérimentales, on peut se demander si elles sont certaines. Nous croyons cependant qu'il n'y a pas doute, parce que les deux séries sont concordantes entre elles et avec les essais de compression et aussi parce que les résultats sont d'accord avec les lois établies pour d'autres cristaux ; on sait que les faces de clivage sont des faces de dureté minimum.

Flexion. — Trois barrettes ont été découpées, chacune dans un cristal unique, aux dimensions de 10 × 8 × 25 à 30 millimètres.

Deux de ces barrettes avaient leur axe longitudinal parallèle à un axe quaternaire du cristal, tandis que, dans la troisième, l'axe longitudinal faisait un angle de 30 degrés environ avec une face de clivage.

Cette dernière barrette, soumise sans entaille au choc d'un mouton de 10 kilogr. tombant de 4 mètres, s'est repliée sans rupture contre le couteau du mouton avec une dépense de 36 kilogrammètres.

Une des éprouvettes dont la section transversale était parallèle à une face du cube a été soumise au même essai, également sans entaille. Elle s'est cassée sans prendre de flèche, avec une dépense de travail insignifiante et, naturellement, suivant un plan de clivage.

Une autre éprouvette semblable et semblablement orientée, entaillée cette fois sur la face en traction, au regard du couteau, d'un trait de scie de 1 millimètre de largeur et de profondeur, a été soumise à la flexion statique : on a pu la replier sans rupture contre le couteau et le métal de l'entaille s'est étiré avec un beau nerf.

Ces essais montrent que les propriétés mécaniques du fer en cristaux sont fonction de l'orientation cristallographique par rapport à la direction de l'effort.

La fragilité, très grande suivant les plans de clivage, est associée, contrairement à une opinion très accréditée encore, à une plasticité très grande suivant les autres directions : elle n'apparaît pas dans les essais statiques.

Applications de la photographie métrique aux constatations judiciaires.

Les applications de la photographie au lever des plans, connues sous le nom de *photogrammétrie*, se répandent de plus en plus ⁽¹⁾ et nous nous bornerons aujourd'hui à en signaler une assez particulière, d'après une conférence de M. le colonel Laussedat, le promoteur de cette nouvelle branche de la science, à la Société Française de Photographie ⁽²⁾.

Rappelons d'abord en quelques mots le principe de la photogrammétrie et des appareils qu'elle nécessite.

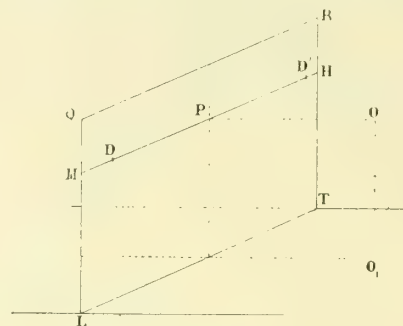


FIG. 1.

par O et par ces droites coupent le tableau suivant des traces concourantes ;

Toutes les droites horizontales ont leur point de fuite sur la ligne d'horizon, et réciproquement ;

Toutes les perpendiculaires au tableau (lignes de profondeur) ont pour point de fuite le point principal P, et réciproquement ;

Les horizontales de front, c'est-à-dire parallèles au tableau, ont leur point de fuite rejeté à l'infini sur la ligne d'horizon DD' et leurs perspectives sont parallèles à cette ligne ;

Enfin, les horizontales inclinées à 45 degrés dans un sens ou dans l'autre par rapport au tableau ont respectivement pour points de fuite les points D et D', définis par $PD = PD' = OP$.

Sans entrer dans l'explication de la méthode des intersections et du lever des plans au moyen de cette méthode ⁽³⁾, nous allons indiquer l'application immédiate de ces principes à la photographie judiciaire.

D'après ce que nous venons de dire, la perspective d'un quadrillage horizontal et rectangulaire (fig. 2) sera donnée par la figure 3, déterminée ainsi : la perspective de la ligne LT se confond avec elle, et ses divisions se conservent en vraie grandeur ; les lignes perpendiculaires LR, TS, ont pour perspectives les droites LP, TP, etc. ; enfin les diagonales des quadrillages ont pour perspectives les droites *aD*, *bD*, etc., dont les intersections avec les précédentes déterminent la position des

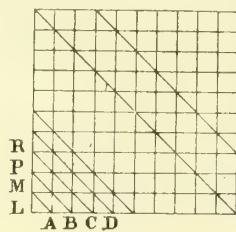


FIG. 2.

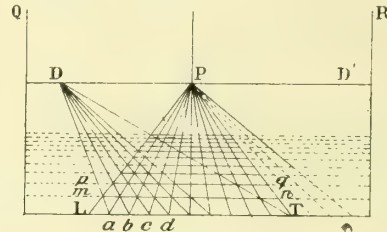


FIG. 3.

droites *mn*, *pq*..., parallèles à LT, et perspectives des droites MN, PQ, etc.

Réciproquement, de la perspective d'un réseau horizontal, on pourra déduire les dimensions des figures qui s'y trouvent inscrites en faisant une construction géométrique inverse de la précédente.

C'est l'emploi systématique et simplifié de ce procédé graphique ingénieux qui caractérise la méthode utilisée par M. Bertillon, chef du service de l'identification judiciaire à la Préfecture de Police de Paris, dans ses photographies métriques des accidents et des crimes. La figure 4 montre le diagramme de cette méthode, qui n'est autre que la perspective d'un réseau rectangulaire horizontal, avec l'indication des distances, à partir de l'objectif, des lignes horizontales dont les perspectives se trouvent sur le diagramme, et des réductions correspondantes (c'est-à-dire des coefficients par lesquels il faut multiplier, pour avoir leur vraie grandeur, les longueurs mesurées sur les plans de front dont les traces correspondent aux horizontales du diagramme).

(1) Voir dans le *Génie Civil* (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*), t. XLIII, n° 42, p. 194 ; t. XLV, n° 6, p. 402 et n° 46, p. 270, et dans le t. XLVI, n° 47, p. 278, les détails relatifs au lever rapide d'une carte au 1/80 000, par le docteur ARNOLD PENTHER, au moyen de la photogrammétrie.

(2) *Bulletin de la Société*, du 4^{er} mai.

(3) Cette méthode, aussi bien que les instruments qu'elle nécessite, ont fait l'objet d'un article dans le *Génie Civil*, t. XVII, n° 20, p. 343.

En fait, ces photographies sont prises avec un appareil spécial : la hauteur du centre optique de l'objectif est de 1^m50, et cet objectif est choisi de telle sorte que le tirage de la chambre noire soit toujours 0^m15; une trousse de quatre objectifs permet de réaliser cette condition quelle que soit la distance du sujet à l'objectif. On emploie des

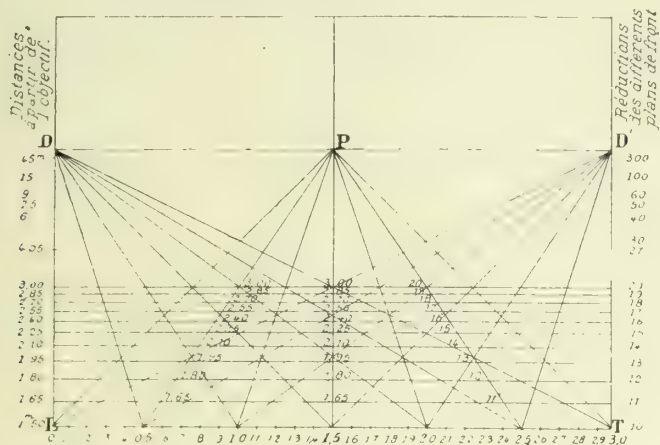


FIG. 4.

objectifs spéciaux dont le centre optique est parfaitement défini, l'angle de champ considérable (plus de 100 degrés), la profondeur de champ suffisante; la modification de la distance focale de l'objectif a lieu par la substitution des lentilles antérieures, la lentille postérieure restant fixe. En outre, l'objectif est exempt de distorsion et assez lumineux pour que la consommation de magnésium dans les photographies d'intérieur reste modérée.

Le réglage de l'appareil photographique se fait expérimentalement en visant des fils tendus verticalement à un écartement donné et en plaçant l'objectif de façon que, sur l'image, l'écartement soit réduit dans les proportions indiquées plus haut.

Épurateur de gaz de hauts fourneaux, système Sahlin.

Les gaz de hauts fourneaux subissent avant d'être employés au chauffage ou à la force motrice un nettoyage comprenant trois phases successives : dépôt à sec des poussières, nettoyage par voie humide, suffisant pour l'emploi du gaz au chauffage, et épurée complète dans des ventilateurs à injection d'eau, dans le cas où le gaz sert à produire la force motrice.

Le nettoyage par voie humide s'exécute très rapidement lorsque les poussières viennent en contact de surfaces froides et humides.

Le nettoyage par voie humide s'effectue dans trois types d'appareils distincts : appareils fixes, appareils à rotation rapide, appareils à rotation lente. Les premiers sont des cylindres verticaux remplis de substances qui arrêtent les poussières et dans lesquels une pluie d'eau facilite le nettoyage; les seconds sont les ventilateurs à marche humide ou appareils analogues; ils dépensent une quantité notable d'énergie. Les troisièmes ont pour type l'appareil Bian⁽¹⁾. C'est un cylindre fixe horizontal traversé par le gaz suivant une direction parallèle à son axe. Sur cet axe se trouve un arbre portant des plateaux percés de trous, obturant presque entièrement la section du cylindre et plongeant dans l'eau jusqu'à l'arbre. Cet arbre et les plateaux tournent lentement; des chicane fixes ramènent le gaz vers le centre entre les plateaux, et ceux-ci entraînent des lames d'eau qui débarrassent le gaz de ses poussières.

L'épurateur Sahlin, qui a fait l'objet, de la part de son inventeur, d'une communication à la réunion de l'Iron and Steel Institute de mai 1903, semble répondre aux conditions de bon fonctionnement d'un épurateur par voie humide. Cet appareil n'est, en réalité, qu'un perfectionnement de l'épurateur Bian, lequel a été modifié de façon à produire une amélioration de rendement par l'accroissement de la surface perforée sans augmentation simultanée du diamètre de l'appareil. On y a réalisé également une humidification plus abon-

Du rapport ci-dessus entre le tirage de la chambre et la hauteur de l'objectif au-dessus du plan horizontal type, il résulte (fig. 5) que, sur la photographie, les dimensions des objets situés sur la ligne de terre correspondante sont réduites au dixième; et pour des objets situés sur des plans de front éloignés de 0^m15 en 0^m15 du tableau, les dimensions seront réduites dans le rapport de 1 à 11, 1 à 12, etc.; de sorte que les longueurs relevées sur les photographies, multipliées par 10, 11, 12, etc., suivant la distance des objets au plan du tableau, donneront les dimensions réelles de ces objets, dispensant ainsi de recourir à des enquêtes sur place.

La chambre est une caisse rigide portée par un trépied dont les branches sont assujetties à présenter toujours le même écartement, de sorte que l'axe de l'objectif reste toujours à la hauteur de 1^m50; un niveau et des vis de réglage servent à établir exactement la verticalité (ou, suivant les cas, l'horizontalité) de la plaque.

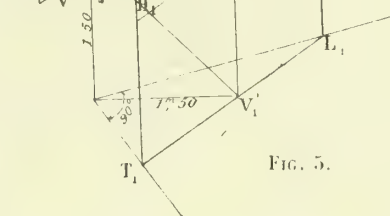


FIG. 5.

suivant les cas, l'horizontalité) de la plaque.

L'appareil de M. Bertillon peut, d'ailleurs, prendre des vues dans tous les sens, horizontalement, verticalement, ou obliquement, les objets photographiés étant toujours rapportés, pour les mesures à relever, à un tableau fictif situé à 1^m50 en avant du centre optique de l'objectif.

On comprend aisément l'utilité de dossiers photographiques de ce genre, permettant à toute époque les constatations les plus précises sur des scènes qui le plus souvent disparaissent au bout de peu de temps ou deviennent inaccessibles aux experts.

dante et plus continue des surfaces perforées ainsi qu'un enlèvement constant et automatique de la poussière.

L'appareil est constitué par un cylindre fixe dans lequel se meuvent des surfaces perforées à peu près concentriques au cylindre fixe.

Un arbre KL situé un peu au-dessous de l'axe du cylindre fixe porte successivement des bras *b* réunis par deux cornières circulaires et des plateaux pleins *p* ayant également deux cornières circulaires à leur pourtour. Une série de tôles perforées fixées sur ces cornières forment une série de tambours ABCD, dont les perforations se rétrécissent au fur et à mesure que les gaz, de plus en plus nettoyés, s'approchent de la sortie. Entre les deux cylindres fixe et mobile se trouve un espace à section en fer à cheval. Deux cloisons ferment cet espace dans deux plans verticaux PP' et perpendiculaires à l'arbre.

Les gaz arrivent en E dans le demi-tambour A, sortent par les tôles perforées de ce demi-tambour, passent entre ce dernier tambour et le cylindre fixe, rencontrent la chicane PP qui les force à rentrer dans le tambour B d'où ils ne peuvent sortir que par la tôle perforée de la partie droite de ce tambour (fig. 1) et en continuant de la même façon arrivent à la sortie S en suivant le chemin indiqué par les flèches.

Une grande quantité d'eau projetée au-dessus

de chaque surface perforée par les tuyaux T forme sur ces surfaces des couches minces que les gaz traversent pour cheminer dans l'appareil.

Les gaz ont, à chaque passage des tôles perforées, un angle de 180 degrés à décrire et circulent successivement sous forme de colonnes dans les tambours et de cylindres creux en dehors d'eux, ce qui favorise la séparation. Des hélices H, rivées à l'extérieur du cylindre mobile et descendant jusqu'au bas du cylindre fixe chassent les boues dans le même sens que les gaz.

La vitesse des gaz dans l'appareil est faible et par suite, la résistance à leur passage est très réduite. Le cylindre mobile fait six tours par minute environ et consomme moins de 1,5 cheval; pour la régularité d'écoulement des gaz, il convient d'adjoindre à cet appareil un ventilateur qui, pour un débit de 70 000 mètres cubes de gaz par heure, consomme environ 35 chevaux.

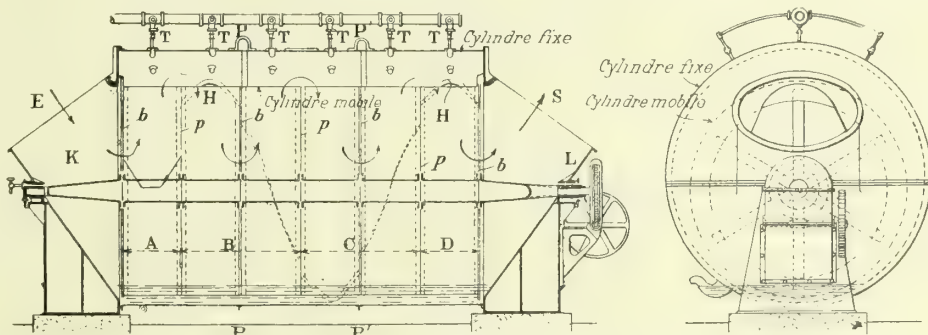


FIG. 1 et 2. — Coupes longitudinale et transversale d'un épurateur de gaz de hauts fourneaux.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 44, p. 228.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 7 août 1905.

Agronomie. — *Sur le rougeot de la vigne.* Note de MM. L. RAVAZ et L. ROOS, présentée par M. Müntz.

Le rougeot de la vigne, caractérisé par une accumulation de matière colorante rouge dans les feuilles, se produit dans des circonstances très variées et en dehors de toute intervention parasitaire. C'est ainsi que la section d'une nervure de feuille amène le rougeot dans toute la portion du limbe au-dessus du point sectionné; l'incision annulaire sur un rameau produit le rougissement des feuilles situées au-dessus du point incisé; une ligature, même produite naturellement par une vrille, une cassure partielle, ou encore des sortes d'incisions annulaires, faites par des insectes, produisent les mêmes effets. La submersion, appliquée à une époque convenable, en modifiant profondément le régime de vie de la plante, produit encore un rougeot intense.

C'est le rougeot non parasitaire qui a été étudié par M. Ravaz.

Dans les feuilles, il a trouvé, avec constance, une richesse nettement accusée en hydrates de carbone, pour le cas de la feuille rouge; dans des analyses détaillées de souches saines et de souches atteintes de rougeot non parasitaire, il a pu observer que tous les organes des souches malades, sans exception, présentent un déficit très marqué en chaux et que, sauf pour les racines, il en est de même en ce qui concerne la magnésie.

Chimie agricole. — *Classification et nomenclature des terres arables d'après leur constitution minéralogique.* Note de M. H. LAGATU, présentée par M. Müntz.

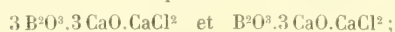
M. Lagatu précise la manière de représenter graphiquement la classification des terres arables qu'il a déjà exposée (1). Dans ces conditions, la représentation graphique tient compte à la fois de la constitution mécanique, minéralogique et chimique des terres. D'une manière générale, les associations qu'elle signale s'accordent parfaitement avec celles que donnent l'examen microscopique et l'opinion des cultivateurs. Elles s'accordent d'autre part avec celles que permet de prévoir la communauté d'origine géologique, dont un sérieux contrôle peut maintenant être fait par l'étude comparative, au microscope, des roches mères et des terres qui en dérivent; cette filiation géologique prend un caractère d'autant plus étroit que les minéraux des roches, pour constituer une terre arable, sont simplement remaniés et non transformés.

Chimie minérale. — *Sur les chloroborates de calcium.* Note de M. L. OUVRARD, présentée par M. Ditté.

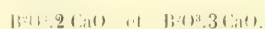
En faisant réagir sur le chlorure de calcium fondu soit l'anhydride borique, seul ou additionné de quantités déterminées de chaux, soit des borates de chaux de composition connue, on obtient deux borates et deux chloroborates parfaitement définis, dont l'un, déjà signalé par M. Le Chatelier, avait été préparé en opérant dans les mêmes conditions.

L'auteur expose la préparation et la séparation de ces corps et indique quelques-unes de leurs propriétés.

Les chloroborates répondent aux formules :



les deux borates sont :



Chimie physique. — *Sur le spectre d'absorption des sels manganés.* Note de M. P. LAMBERT, présentée par M. H. Moissan.

Les spectres des terres rares sont considérés comme plus spécialement affectés de bandes d'absorption, bien que toutes n'en donnent pas. En dehors d'elles, les sels d'uranium, de chrome, de cobalt possèdent quelques bandes dans la partie visible du spectre. M. Lambert, en examinant avec soin les bandes larges de sels manganés, est parvenu à les décomposer en des groupes de bandes étroites comparables à ceux des terres rares. Toutefois, comme ces sels renferment

toujours du fer et que les sels ferreux absorbent la lumière ultra-violet à un point tel que le spectre d'un sel de manganèse impur ne pourrait être photographié avec sûreté dans cette région, il convient de purifier le sel de manganèse par de nombreuses précipitations à l'état de bioxyde de manganèse en milieu nitrique. Les cristaux obtenus se sont montrés fort impurs tout d'abord et il a fallu commencer par préparer de l'acide azotique et du chlorate de potasse réellement exempts de fer. Avec des matériaux convenables, la purification du bioxyde de manganèse est parfaite, bien que longue.

La provision de bioxyde pur obtenue a été convertie en chlorure par dissolution dans l'acide chlorhydrique exempt de fer. Ce chlorure présente un spectre d'absorption très caractéristique dont l'auteur donne un dessin d'ensemble.

Cristallographie. — *Les propriétés mécaniques du fer en cristaux isolés.* Note de MM. F. OSMOND et CH. FREMONT, présentée par M. H. Moissan.

On trouvera le compte rendu *in extenso* de cette note à la page 267 du présent numéro.

Géologie. — *Sur la structure géologique du Sahara central.* Note de M. Émile HAUG.

D'après M. Haug, le Sahara septentrional et central comprend deux régions essentiellement distinctes : une région de plissements postcarbonifères et une région tabulaire, où les plissements sont antérieurs au Dévonien et probablement même au Silurien supérieur et où les terrains dévoniens et carbonifères n'ont été que peu dérangés de leur horizontalité primitive.

Le premier système a été comparé, à juste titre, à la chaîne hercynienne ou armoricaine-varisque. Les plissements y sont de même âge et leurs directions se rapprochent de celles que l'on observe dans l'ouest du Plateau Central et dans la Meseta ibérique.

Le deuxième système rappelle en tous points la chaîne calédonienne. Comme dans le centre de la Grande-Bretagne, les plissements sont antérieurs au Silurien supérieur, et des mouvements de moindre importance ont eu lieu postérieurement au Dévonien inférieur. La chaîne calédonienne marque un accroissement, vers le sud, du continent nord-atlantique, et les transgressions dont cette aire continentale est désormais le théâtre ont un caractère de généralité qui se retrouve aussi sur le continent africain-brésilien.

Magnéto-optique. — *Sur la biréfringence magnétique. Nouveaux liquides actifs.* Note de MM. A. CORTON et D. MOUTON, présentée par M. J. Violle.

En se servant de solutions colloïdales d'hydroxyde ferrique préparées par dialyse, on obtient des liquides biréfringents, soit négativement, soit positivement. En chauffant le liquide biréfringent positif, on augmente considérablement la biréfringence. On peut, au bout de quatre heures de chauffe, mesurer avec précision sa variation en fonction du champ : elle croît à peu près comme le carré du champ, sans inversion.

En employant le procédé de Bredig pour la préparation des métaux précieux en solution colloïdale, on peut préparer avec des électrodes de fer un liquide jaune clair qui a gardé pendant plusieurs mois son aspect colloïdal typique et dans lequel l'examen ultramicroscopique montre des grains bien visibles comme ceux du platine ou de l'argent de Bredig. Il présente également la biréfringence magnétique positive.

La courbe obtenue en portant en abscisses le champ et en ordonnées la biréfringence s'élève d'abord très rapidement au voisinage de l'origine, pour se transformer, à partir d'un champ de 3000 unités environ, en une droite légèrement ascendante.

Si l'on applique le procédé de Bredig à des électrodes de fer dans la glycérine, on obtient un liquide gris qui donne lieu à un autre phénomène magnéto-optique, la rotation bimagnétique de Majorana, rotation du plan de polarisation indépendante du sens du champ; celle-ci est due à une inégale absorption par le liquide des vibrations lumineuses parallèles et perpendiculaires au champ.

On peut obtenir des liquides ne contenant pas de fer et présentant la biréfringence magnétique, si l'on mélange dans certaines conditions deux solutions diluées de carbonate de sodium et d'azotate de calcium. Le liquide obtenu conserve assez longtemps en suspension des cristaux très petits de carbonate de calcium et présente nettement une biréfringence magnétique négative, dont la loi de variation avec

le champ est analogue à celle du fer préparé par le procédé de Bredig, accompagnée d'une rotation bimagnétique.

L'auteur pense que la biréfringence magnétique ne s'observe que si la grosseur des particules en suspension est comprise entre certaines limites, et que le phénomène doit dépendre d'une orientation des particules soumises à l'action du champ. Pour des particules très petites, les mouvements browniens, qui persistent dans un champ magnétique intense, viennent contrarier cette orientation; pour des particules plus grosses, l'inégalité d'intensité des deux composantes de la vibration est le phénomène principal.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

ART MILITAIRE

Les progrès de l'artillerie de campagne moderne. — *La Revue d'Artillerie* publie, dans ses numéros d'avril, mai et juin 1905, la traduction d'un travail du général allemand ROHNE, sur les progrès de l'artillerie de campagne moderne. L'étude de l'artillerie française à tir rapide y tient nécessairement une large place. La dernière partie, contenue dans le numéro du mois de juin, est consacrée à l'organisation et à l'emploi de la nouvelle artillerie de campagne.

La plus grosse question qui s'est agitée, par suite de l'adoption d'un canon à tir rapide, vise la réduction de la batterie de six à quatre pièces, justifiée par ce fait que la batterie de quatre pièces sans recul produit plus d'effet que la batterie de six pièces avec recul. Dans le tir par pièce, la première est prête à tirer quand la dernière aura fait feu; l'adjonction de deux autres pièces n'augmenterait donc pas le rendement. Dans le feu d'efficacité, opéré en tir rapide de toute la batterie, l'effet de quatre pièces est suffisant sur le front qui lui est assigné. La réduction permet, en outre, de maintenir plus facilement la discipline du feu, et surtout d'assurer l'approvisionnement, qui doit être considérable, sans augmenter le nombre de voitures au delà des limites raisonnables. Enfin, la méthode française est excellente pour le tir d'arrosage.

Si l'on n'augmente pas le nombre de batteries du corps d'armée, la réduction à quatre pièces a pour effet de réduire le nombre total des pièces de 144 à 96. Mais le général Rohne est d'avis que rarement on aura des emplacements suffisants pour le déploiement de 144 pièces sur le front d'un corps d'armée, et appuie son opinion sur des exemples historiques. Actuellement, le corps d'armée allemand possède 5,76 canons par 1 000 hommes d'infanterie; la réduction à quatre pièces par batterie diminue cette proportion, qui devient 3,84; mais ce nombre n'est dépassé par aucune puissance.

En ce qui concerne la répartition, il ne semble pas utile de constituer une réserve de corps d'armée. La tactique moderne ayant pour principe de faire participer toutes les batteries à la lutte d'artillerie, il est préférable de les répartir toutes entre les divisions, la grande portée permettant d'ailleurs de concentrer le tir sur un but particulier à un moment donné.

L'accroissement d'efficacité et la protection assurée aux servants par le bouclier exerceront forcément sur l'emploi de l'artillerie une influence considérable. Ses chefs, à tous les degrés, doivent avoir une grande initiative et saisir toutes les occasions pour paralyser tous les mouvements imprévus. Le rôle de l'artillerie est ainsi de surveiller sans cesse la zone qu'elle a devant elle. Grâce aux boucliers, un feu de shrapnels, même bien réglé, fera subir peu de pertes à la batterie qui en est pourvue. L'arrière-train cuirassé du caisson pouvant être placé près de la pièce pour l'approvisionnement, selon la méthode française.

La lutte d'artillerie n'en est pas moins nécessaire et il faut chercher à écraser rapidement l'artillerie adverse, mais en y consacrant les forces strictement indispensables en raison de l'efficacité des nouveaux canons (règlement français). Le règlement allemand fait grand cas, au contraire, de l'effet de masse; mais le tir simultané de toutes les pièces a l'inconvénient de signaler immédiatement leurs emplacements, tandis que le système français permet les

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XLVI, n° 8, p. 427, et n° 40, p. 458. (Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)

effets de surprises, en démasquant tout à coup de nouvelles batteries.

L'auteur signale encore la nécessité de masquer les batteries; de préparer soigneusement le tir; d'établir toujours une coopération intime de l'artillerie et de l'infanterie; de provoquer, par des *batteries amorces*, le tir de l'artillerie opposée, pour forcer celle-ci à se démasquer. Il expose enfin la marche de la lutte d'artillerie, la répartition des rôles entre les diverses batteries.

CHEMINS DE FER

Causes principales de la détérioration rapide des rails. — M. Robert Job, chimiste à la Compagnie du Philadelphia and Reading Railway, étudie, depuis plusieurs années, les causes qui amènent la mise au rebut de certains rails après peu de temps de service. Pour chaque mise au rebut prématurée, il fait prélever la portion du rail intéressante, il y joint une fiche relatant l'histoire du rail et soumet cet échantillon à divers examens et analyses. Il expose le résultat de ses recherches dans l'*Engineering Record*, du 15 juillet.

D'une manière générale, les détériorations qui se manifestent sous forme de rupture, d'usure rapide, de déformation ou d'écrasement sont dues à des pailles dans l'acier, à l'abondance de soufflures, à la grossièreté du grain ou à une manutention brutale des rails avant la pose.

L'auteur étudie la cause initiale de ces défauts. Il a fait l'analyse de nombreux échantillons, espérant trouver l'explication dans la composition chimique : le même défaut devant se manifester dans tous les rails d'un même lot, faits avec un acier de même composition, or, ce n'est généralement pas le cas.

Les pailles représentent un des défauts les plus rares, mais aussi des plus dangereux; elles peuvent entraîner une rupture soudaine sous une faible pression; on doit chercher à les déceler au moment de la réception à l'usine. Elles se manifestent généralement dans les rails qui sont fabriqués avec la partie supérieure des lingots; en choisissant convenablement les rails soumis aux épreuves de réception, on peut éviter la plupart de ces accidents.

L'abondance de soufflures est le défaut le plus fréquent dans les rails fabriqués actuellement. Ce défaut ne se manifeste pas par une fracture, mais par des déformations ou des éclats qui s'accroissent rapidement. Ces déformations sont quelquefois dues à des impuretés contenues dans l'acier, mais, le plus souvent, ce sont des soufflures qui les déterminent.

Les aciers actuels ont un grain plus fin que les anciens, et les défauts dus à la grossièreté de la texture sont plus rarement constatés aujourd'hui. Quand on redresse les rails avant livraison, ou quand on les charge ou décharge sans soin, on peut produire des défauts qui n'apparaissent pas de suite, mais qui causent généralement des fractures. Ces fractures sont caractéristiques et ne peuvent pas être confondues avec celles qui ont une autre origine.

La conclusion des investigations de M. Job est la suivante : la plus grande partie des détériorations rapides des rails actuels supportant un trafic lourd est due à un acier malsain. Depuis une quinzaine d'années la fabrication des rails a subi de grands perfectionnements et le grain des aciers est plus fin; mais trop souvent on sacrifie la qualité à la quantité produite, et la présence de pailles et surtout de soufflures est plus fréquente qu'autrefois.

ELECTRICITÉ

Sous-station roulante. — Les sous-stations transportables rendent de grands services dans les installations sujettes, pendant un petit nombre de jours de l'année, à un trafic exceptionnellement intense.

Le *Street Railway*, du 8 juillet, décrit un type de sous-station, de 400 kilowatts, construit par la General Electric Co, et monté sur un wagon à marchandises.

Le matériel se compose d'un transformateur triphasé, une commutatrice compound, un ventilateur avec moteur asynchrone, et un tableau avec appareils de mesure, interrupteurs, démarreur et parafoudre.

On a donné la préférence à la commutatrice sur le convertisseur, à cause de son poids moindre et de sa plus grande capacité de surcharge. Les parties lourdes, c'est-à-dire le transformateur et la commutatrice, sont montées au-dessus des trucks, aux

extrémités de la voiture. Le tableau est monté sur bois, le marbre ayant été considéré comme trop fragile. L'ensemble comporte diverses simplifications par rapport au matériel installé à poste fixe.

La connexion avec le rail se fait par les roues de la voiture. L'enroulement série est intercalé sur le même pôle.

La longueur totale de la voiture est de 12 m 50. Elle n'est pas pourvue de moteurs.

Installation de la commande électrique à l'imprimerie impériale de Vienne. — L'imprimerie impériale de Vienne, fondée depuis cent ans, vient de se moderniser en adoptant pour toutes ses machines la commande par moteurs électriques; la plupart sont individuels; quelques-uns sont des moteurs de groupe. Il y a en tout 273 machines actionnées par le courant continu de la station centrale urbaine; un groupe générateur est en réserve à l'usine pour le cas d'interruption dans la distribution.

M. Noworny, Ingénieur en chef, publie dans l'*Oesterr. Wochens.*, du 22 juillet, une monographie exposant sommairement les dispositions de l'ancienne commande par moteurs à vapeur et arbres de transmission, et les aménagements actuels, qui ont coûté 100 000 francs.

Les systèmes de traction électrique actuellement en usage. — M. NIETHAMMER groupe, dans une note publiée par la *Zeits. des Ver. deutsch. Ing.*, du 1^{er} juillet, les systèmes de distribution actuellement utilisés pour la traction électrique : continu à deux et trois fils, triphasé, monophasé avec transformateurs sur les voitures, monophasé avec moteurs à répulsion, etc., en donnant quelques brèves indications sur les caractéristiques de chaque système et en citant les applications les plus connues, qui d'ailleurs, ont presque toutes fait l'objet d'articles dans le *Genie Civil*.

HYGIÈNE

Fonctionnement des filtres de Roxborough, à Philadelphie. — La ville basse de Roxborough possède cinq filtres couverts de 0,212 hectares chacun et la ville haute huit filtres couverts de 0,28 hectares pouvant filtrer ensemble 144 000 mètres cubes. L'*Engineering Record*, du 24 juin, publie un rapport de M. W. HILL, chef du Bureau of Water Purification of Philadelphia au sujet du fonctionnement de ces filtres.

Après avoir indiqué la composition du personnel de ces stations, comprenant vingt-cinq personnes plus les ouvriers adjoints lorsqu'on nettoie le sable des filtres, l'auteur décrit en détail ce nettoyage, qui est une des principales opérations du fonctionnement des filtres, et établit son coût et celui du filtrage pour les deux stations.

En général, le sable est transporté des filtres aux laveurs par l'eau sous pression d'une canalisation dans laquelle il est introduit à l'aide d'un éjecteur Körting à trémie que l'on déplace sur la canalisation suivant les besoins. La pression de l'eau est de 4^{es} 2 à 6^{es} 3 avant l'éjecteur. Cette opération du nettoyage s'exécute en moyenne tous les trente-six jours pour chaque filtre.

En un an, dans la ville basse de Roxborough, les 3385 mètres cubes de sables lavés ont nécessité 64 872 mètres cubes d'eau environ pour le transport et le nettoyage, ce qui revient à environ 54 centimes le mètre cube de sable lavé.

L'exploitation des filtres de la ville basse de Roxborough revient à environ 21 fr. 31 par 4 500 mètres cubes filtrés, chiffre appelé à diminuer probablement jusqu'à 15 fr. 75 environ avec le développement ultérieur prévu. Le prix moyen de la manipulation du sable est, pour la ville haute de Roxborough, de 5 francs environ pour 4 500 mètres cubes filtrés.

L'auteur décrit le détail des opérations de mise en marche, de l'arrêt et du nettoyage d'un filtre, puis la marche de l'ensemble des filtres d'une station.

MÉCANIQUE

Mise en marche rapide des turbines à vapeur. — Dans un mémoire reproduit par l'*Engineering Record*, du 10 juin, M. A. S. MANN, rend compte d'essais qui ont été faits sur trois turbines Curtis de 1 500 kilowatts, en vue de déterminer le temps minimum nécessaire pour que, étant froides et au repos, elles atteignent leur vitesse de régime normal.

Les machines fonctionnant à pleine charge atteignent leur marche normale en deux minutes et demie, la durée maximum étant de trois minutes et demie. L'auteur expose en détail les conditions de mise en marche dans différents cas particuliers et conclut que, toutes choses égales, la turbine à vapeur atteint son régime normal en cinq fois moins de temps qu'un moteur à piston.

Calcul des dimensions des cheminées d'usine en béton armé. — M. LANDMANN développe, dans la *Zeits. für Architektur und Ingenieurwesen* (n° 3 de 1905), une longue série de calculs relatifs à la stabilité des cheminées d'usine en béton armé considérées comme des monolithes où la répartition des efforts dans une section transversale se fait linéairement; les expériences de M. Considère ont montré le bien fondé de ce point de départ.

L'auteur donne à l'appui de sa note des exemples numériques constituant un avant-projet de cheminée en béton armé.

MINES

Cimentation des terrains aquifères. — Dans une communication à l'Association des Ingénieurs sortis de l'École de Liège, publiée par la *Revue universelle des Mines*, d'avril, M. HARZÉ, directeur général honoraire des Mines, à Bruxelles, étudie la cimentation des terrains aquifères fissurés ou meubles en vue du fonçage des puits de mine.

L'emploi du béton ou du ciment pour remplir l'intervalle entre les cuvelages des puits de mines et les terrains environnants daté de longtemps; en 1852, Ponson, dans son *Traité de l'exploitation des mines de houille*, indiquait déjà ce remplissage par l'extérieur à propos du procédé de fonçage de Kind. S'inspirant de ce qui a été fait jusqu'ici dans cette voie, l'auteur a imaginé un procédé de cimentation des terrains qui emprunte au système par la congélation, l'exécution préalable de trous de sondage à travers la hauteur des terrains aquifères dans lesquels il s'agit d'établir le puits. Ces trous de sondage tubés, tout au moins dans les terrains meubles, et auxquels il conviendra de conserver un fort diamètre, seront généralement disposés sur deux circonférences concentriques, avec un trou de sondage au centre.

C'est par ce dernier, muni à cet effet d'un tuyau intérieur débouchant vers la base du terrain à cimenter, qu'on commencera l'introduction d'un lait de ciment fort étendu d'eau; on déterminera l'appel radial de la matière introduite par les trous de sonde de la circonférence la plus rapprochée. Cet appel sera produit en provoquant simultanément ou successivement dans ces trous, par l'introduction d'air comprimé, de forts courants d'eau ascensionnels. Lorsque l'appel se ralentira, on poursuivra l'opération en descendant le lait de ciment par les trous de la première circonférence, et en reportant l'appel à ceux de la deuxième.

M. Harzé cite, à l'appui de sa conception, qui réclame d'après lui une période de sérieuse expérimentation, quelques résultats d'expériences; il a entrepris d'ailleurs, de son côté, des expériences de laboratoire, pour juger la valeur de son système dans les terrains meubles, notablement dans les sables aquifères et bouillants.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Prévention de la fumée. — Dans l'*Engineering News*, du 15 juin, M. C. H. BENJAMIN étudie les moyens de supprimer la fumée, qui, par son abondance et son épaisseur, commence à devenir une véritable gêne pour certaines villes des États-Unis. La cause de cette gêne doit être recherchée dans le développement rapide des industries américaines et dans la rareté de plus en plus grande du charbon anthraciteux brûlant sans fumée qui paraît devoir, dans l'avenir, être réservé au chauffage domestique.

L'auteur montre qu'il ne faut pas compter abattre la fumée et qu'il n'y a qu'un moyen certain de l'éviter, c'est de n'en pas produire, résultat auquel on arrivera en réalisant une combustion complète; cette meilleure combustion et la meilleure transmission de chaleur qui en résultent se traduisent, en outre, par une économie de combustible pour l'industriel, sans compter qu'elle dispense aussi des ramonages.

La combustion complète ne peut être obtenue que que si on réalise en même temps : une température élevée, une alimentation d'air suffisante et un mélange parfait du combustible et du comburant.

L'article passe en revue tous les moyens qui permettent d'obtenir ces résultats : foyers soufflés à l'air ou à la vapeur, alimentation automatique des grilles, emploi de combustible pulvérisé, multiplication des chicanes et des ponts en maçonnerie dans les carnaux de fumée; injection de vapeur et d'huile minérale pulvérisée, toutes mélangées, et arrivant sous forte pression en un point convenable des carnaux dans les fumées qu'on n'a pas pu éviter. Par ce dernier moyen, assez économique paraît-il, on arrive à provoquer le mélange parfait de l'air et des fumées et une parfaite combustion de celles-ci.

L'auteur s'étend plus particulièrement sur les foyers à alimentation mécanique et dit quelques mots des essais qui ont été faits pour les appliquer aux locomotives.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

Machines d'essais de matériaux. — Le développement des laboratoires d'essais de matériaux, officiels ou privés, dont le *Génie Civil* a récemment décrit un certain nombre parmi les plus importants (1), et le caractère de précision que l'on s'attache aujourd'hui à donner aux essais, rendent d'un intérêt particulier l'étude des machines spéciales ou universelles qui servent à ces expériences.

M. RUPELOFF en décrit un certain nombre, dans le *Dinglers Polytechnisches*, des 17 et 24 juin, qui sont dues aux principaux constructeurs allemands.

Les essais de résistance à la traction ou à la compression se font en appliquant à la pièce d'épreuve l'effort produit par une vis ou une presse hydraulique. Dans ce dernier cas, il convient d'éviter que la marche de la pompe de compression ne fasse croître l'effort par degrés brusques. L'auteur donne les plans d'une pompe à double effet; à commande électrique, construite par Amsler-Laffon, qui évite cet inconvénient.

Il décrit ensuite un manomètre pendulaire, du même constructeur, un manomètre enregistreur à liquide, de Losenhausen, une machine de flexion pour éprouvettes en fonte, une autre machine pour l'étude de la flexion des pièces chargées d'une façon non uniforme, avec indicateur de flèches, etc.

Répartition des efforts dans un tablier de pont en fer et béton. — M. KRAUPA examine, dans une courte note publiée par l'*Oesterr. Wochens.*, du 10 juin, la répartition des efforts dans un tablier de pont constitué par des longerons en double T, entre lesquels et au-dessus desquels on coule une masse homogène de béton ordinaire, destiné à répartir les charges sur l'ensemble des poutres métalliques.

Traitant la question par le calcul, il étudie successivement le cas de trois et de cinq longerons parallèles, et réunit dans un tableau les dimensions et les écartements qui conviennent pour des portées de 3 à 11 mètres, avec les charges correspondantes qui en résultent sur chaque longeron, pour un type de tablier dont il donne le schéma.

TÉLÉPHONES

La première ligne téléphonique installée en Autriche suivant le système Pupin. — M. JOKISCH indique, dans l'*Oesterr. Wochens.*, du 27 mai, que depuis le commencement de cette année, on a mis en service la ligne téléphonique Vienne-Innsbruck, de 570 kilom., munie du dispositif Pupin, qui comporte l'association de bobines de self-induction et de paratonnerres montés en dérivation sur ces bobines. Ces appareils sont placés tous les 4 kilom., sur les sections en fil nu, et tous les 1 250 mètres, pour les sections en câble. On a constaté depuis, par les essais préliminaires à la mise en service, qu'avec la moitié seulement des bobines la transmission de la parole était déjà excellente. Cette ligne a pu être reliée sans inconvénient avec d'autres lignes ordinaires.

TRAVAUX PUBLICS

Viaduc de l'avenue Connecticut, à Washington. — Ce viaduc, actuellement en construction, est remarquable, non seulement par ses dimensions qui le placent parmi les ouvrages les plus importants

construits exclusivement en maçonnerie, mais aussi par la nature des matériaux employés. Tout le gros œuvre est constitué par des blocs de béton, préparés sur le chantier et appareillés comme des pierres de taille; la partie décorative est constituée par du béton moulé sur place.

Cet ouvrage, mis au concours en 1897, est construit d'après le projet primé de M. Georges Morison, auquel on a apporté de légères modifications. Il est situé dans le prolongement d'une grande avenue et franchit la Rock Creek dans le National Park. La situation de ce viaduc, au milieu d'un des plus beaux quartiers suburbains de Washington, obligeait à tenir grand compte de son aspect décoratif; aussi, le fer, l'acier et le béton armé furent-ils proscrits pour cette raison.

La hauteur du tablier, au-dessus du bord de la gorge, est de 50 mètres; ce tablier comporte une chaussée de 11 mètres avec deux trottoirs de 2^m 50.

La longueur totale de l'ouvrage, culées comprises, est de 300 mètres environ; sa largeur, de 16 mètres. La structure est formée par cinq arches en plein cintre de 45 mètres d'ouverture, et deux d'extrémité de 25 mètres; les quatre piliers intermédiaires ont 6 mètres de largeur, ceux d'extrémité, 11 mètres.

L'*Engineering News*, du 1^{er} juin, donne une description détaillée des différentes parties du viaduc, de la fabrication des blocs de béton et de leur mise en place.

Le prix total de l'ouvrage est estimé à 4 millions; la pierre employée est une diorite extraite d'une carrière voisine.

Ouvrages récemment parus.

Calcul et construction des moteurs à combustion (*Manuel pratique à l'usage des Ingénieurs et Constructeurs de moteurs à gaz et à pétrole*), par Hugo GÜLDNER, Ingénieur-expert; traduit de l'allemand par L. DESMAREST. — Un volume, grand in-8° de 633 figures, avec 750 figures et 11 planches. — Béranger, éditeur, Paris, 1905. — Prix : relié, 35 francs.

L'ouvrage considérable de M. Guldner, qui constitue une encyclopédie de toutes les questions relatives à la construction, à la fabrication et au fonctionnement des moteurs à combustion, comprend cinq parties :

1° L'histoire de cette branche industrielle : moteurs à gaz et à pétrole avec ou sans compression, moteurs à charbon pulvérisé;

2° L'étude des modes et cycles de travail : détermination des types; appréciation des modes de travail (explosion ou pression constante); étude des cycles de travail; comparaison des cycles à 2 et à 4 temps;

3° La conception et le calcul des moteurs à combustion : types de cylindres, conditions de course et de vitesse; diagramme normal et coefficient de travail des matériaux; détermination des dimensions principales; étude de chacun des organes;

4° Des plans d'ensemble, accompagnés de renseignements sur les poids et sur les résultats de fonctionnement de moteurs récents, fixes ou locomobiles;

5° Les combustibles et la combustion considérés au point de vue des moteurs : gaz et liquides combustibles; mélanges tonnants; phénomènes de combustion dans les moteurs.

Deux appendices, l'un théorique, relatif aux éléments de thermodynamique et de thermo-chimie, l'autre pratique, renfermant des instructions pour la livraison, le fonctionnement, et les mesures de sécurité dans l'usage des moteurs (règlements allemands des Compagnies d'assurances), complètent ce traité.

Dans sa préface, l'auteur insiste sur l'utilité que présente l'étude rationnelle d'un moteur en se plaçant au point de vue pratique du constructeur, sans attribuer une importance exagérée à des recherches de théorie pure sur des questions encore mal élucidées de thermodynamique, questions dont la solution exacte ne cadrerait peut-être pas avec les nécessités industrielles de la construction.

« Il existe des volumes entiers remplis d'explications sur la théorie de la chaleur, alors que l'appréciation du moteur à combustion, au point de vue mécanique et technique, n'occupe qu'un petit nombre de pages... Il en résulte que chaque maison de construction est obligée de trouver, par ses propres efforts, les formes les plus avantageuses, les lois de fonctionnement les plus favorables, etc., don-

nées qui ont peut-être été déjà déterminées souvent dans des cas analogues. Les grandes pertes de temps et d'argent qui en résultent ne peuvent être évitées que si les techniciens travaillent à compléter la science de l'invention et du calcul des moteurs... Son objectif doit être de recueillir et de comparer les théories générales de la construction, en y ajoutant un choix de données expérimentales et de bons exemples d'appareils exécutés, de manière à fournir des bases certaines pour des projets nouveaux... »

Ces quelques lignes précisent bien le but que s'est proposé l'auteur et l'esprit dans lequel il a écrit cet ouvrage, où les exemples numériques et les plans cotés ont été multipliés de préférence aux considérations de théorie pure, qui n'ont cependant pas été passées sous silence.

Leçons sur le froid industriel, par L. MARCHIS, Professeur-adjoint de physique à la Faculté des Sciences de Bordeaux. — Un volume, grand in-8° de 440 pages, avec 124 figures. — V^o Ch. Dunod, éditeur, Paris, 1905. — Prix : 16 francs.

Le développement de l'industrie frigorifique dans la plupart des pays civilisés présente une importance économique considérable, en raison des débouchés nouveaux qu'elle a procurés à l'agriculture en facilitant la conservation prolongée des viandes et autres denrées périssables. Le *Génie Civil* a déjà eu l'occasion récemment de mettre en évidence l'utilité de développer cette industrie jusqu'ici trop négligée en France, quand il lui a consacré une étude générale (2).

M. Marchis, qui a fait de la même question l'objet de son cours à la Faculté des Sciences de Bordeaux pendant l'année 1904-1905, publie aujourd'hui l'ensemble de ses leçons en un volume rempli de faits, de statistiques, et de descriptions de machines.

Après avoir posé en principe que la conservation par le froid est la seule qui maintienne les produits dans leur état primitif de fraîcheur, il rappelle le rôle créateur d'un constructeur français, Charles Tellier, dont l'installation à bord d'un paquebot en 1876, méconnue en France, fut reproduite par les armateurs étrangers et leur permit d'approvisionner l'Angleterre en denrées de l'Argentine, de l'Australie, du Cap, etc. D'autre part, grâce aux wagons et aux entrepôts frigorifiques, Bâle est aujourd'hui le marché central pour l'Europe, du poisson frais qui y est envoyé des ports de la mer du Nord.

L'étude des machines frigorifiques à gaz liquéfiés (ammoniaque, acide carbonique, acide sulfureux), des compresseurs et des condenseurs; l'emploi des liquides refroidis artificiellement (en laiterie et en brasserie); l'installation des entrepôts frigorifiques (constructions spéciales, modes de réfrigération à choisir pour les chambres, température à maintenir); l'industrie des transports frigorifiques : wagons réfrigérants, qui commencent, après bien des difficultés, à circuler sur les réseaux français, et navires frigorifiques; la fabrication de la glace; la conservation par le froid de la viande et du poisson, des fruits et des légumes, du lait, du beurre, du fromage et des œufs, sont l'objet des différentes leçons de l'auteur.

Un index bibliographique, relatif aux sujets traités par M. Marchis, termine ce volume et permet de compléter les descriptions de certains appareils qui ont été seulement signalés, faute de place.

Zwangläufige Regelung der Verbrennung bei Verbrennungsmaschinen (*Régulation de la combustion dans les moteurs à combustion*), par Carl WEIDMANN, assistant à l'Ecole technique supérieure d'Aix-la-Chapelle. — Une brochure in-8° de 138 pages, avec 35 figures et 5 planches. — Julius Springer, éditeur, Berlin, 1905. — Prix : 4 marks.

L'auteur, après avoir étudié théoriquement le cycle d'un moteur à combustion ou à explosion, et recherché les qualités d'un diagramme de fonctionnement idéal, examine le fonctionnement réel des moteurs, le réglage de la carburation, la circulation du mélange gazeux et donne les indications nécessaires à l'établissement d'un projet de moteur à carburation réglée.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 3 à 6.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 14, 19, 20, 24; et t. XLV, n° 9 (Conservatoire des Arts et Métiers de Paris); t. XLIV, n° 48 (Polytechnikum de Zurich); t. XLVII n° 9 (École technique de Dresde).

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Tramways** : Chemin de fer électrique de Saint-Gall à Speicher et à Trogen (Suisse), p. 273; H. SOMACH. — **Travaux publics** : Construction du phare de Beachy-Head (Angleterre) (planche XVII), p. 276. — **Physique industrielle** : Nouvelles distributions pour locomotives, p. 277. — **Hydraulique** : Alimentation de Coolgardie, en eau potable, par une conduite de 565 kilomètres, p. 279; Paul RAULIN. — **Industries textiles** : La Maison de Conditionnement des laines de Bradford (Angleterre), p. 280; D. D'ARMAUVAL. — **Législation** : Loi du 15 juillet 1905 relative à la composition des bureaux de jugement et à l'organisation de la juridiction d'ap-

pel des conseils de prud'hommes, p. 282; Louis RACHOU. — **Variétés** : Rôle des coagulants dans la clarification, la purification et la correction des eaux, p. 283; — Séparation magnétique des riblons de fer, p. 284; — Bouche d'égout étanche à fermeture automatique, p. 284; — Lanterne pour la projection des objets opaques, p. 285.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Académie des Sciences (14 août 1905), p. 286.

BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 286; — Ouvrages récemment parus, p. 288.

Planche XVII : Construction du phare de Beachy-Head (Angleterre).

TRAMWAYS

CHEMIN DE FER ÉLECTRIQUE DE SAINT-GALL à Speicher et à Trogen (Suisse).

Il existe en Suisse bon nombre de localités importantes situées sur des plateaux élevés, souvent à 1 000 mètres d'altitude, et qui sont encore dépourvues de tout moyen de communication rapide par voie ferrée. Une ligne à voie normale et traction par locomotives à vapeur serait trop coûteuse, en raison du tracé sinueux nécessaire pour rester dans la limite des rampes que peut franchir une locomotive ordinaire.

La véritable solution pratique consiste dans l'établissement d'une ligne à traction électrique à voie étroite, autant que possible sur les routes existantes sans modification de leurs profils, et d'autant mieux que, la plupart du temps, l'énergie électrique nécessaire à la traction peut être empruntée à peu de frais aux nombreuses usines hydro-électriques qui abondent dans les régions montagneuses de la Suisse.

Le service peut alors être assuré économiquement au moyen d'automotrices plus ou moins grandes, remorquant au besoin une voiture légère, de sorte que la majeure partie du poids du train est utilisée pour l'adhérence. Dans ces conditions, on peut gravir en toute sécurité des rampes atteignant jusqu'à 8 %.

Le chemin de fer électrique Saint-Gall-Speicher-Trogen, en exploitation depuis deux ans, est un exemple typique de ce genre de lignes.

Il relie la ville de Saint-Gall (33 000 habitants), avec Speicher, petit village de 3 000 habitants, et Trogen (2 500 habitants).

L'altitude de Saint-Gall est de 673 mètres, celle de Speicher

926 mètres et celle de Trogen 919 mètres, le point culminant de la ligne (960 mètres) étant à Vögelinsegg.

La longueur de la ligne est de 40 kilom., dont un tronçon de 800 mètres environ, depuis l'entrée de Saint-Gall jusqu'à la gare des chemins de fer fédéraux, est commun avec le réseau urbain des tramways de Saint-Gall. La ligne de Trogen, qui transporte voyageurs et marchandises, correspond ainsi directement avec les trains des grandes lignes.

La cote la plus faible de la ligne est de 670^m 6, la plus élevée 960 mètres, soit une différence de niveau de 289^m 4 sur une distance de 5^{km} 5 correspondant à une rampe moyenne et continue de 5,26 %. La rampe maximum atteint 7,50 % sur une faible longueur.

La ligne est à voie simple de 1 mètre de largeur, posée sur la route et constituée par des rails à ornière de 12 mètres, pesant 42^{kg} 8 par mètre courant.

Le poids de la superstructure par mètre courant de voie est de 98^{kg} 35. L'infrastructure se compose d'une couche de ballast de 30 centimètres d'épaisseur, surmontée d'une couche de gravier de 25 centimètres, sur laquelle sont posés les rails directement sans traverses.

Il semble qu'on aurait pu avantageusement employer en rase campagne, non pas des rails à ornière, mais des rails du genre Vignole, type qui est devenu, en Suisse,

d'un emploi presque général pour les chemins de fer secondaires établis sur l'accotement des routes, et se contenter d'employer des rails à ornière dans la traversée des villages.

Une voie avec rails Vignole demande beaucoup moins d'entretien et de nettoyage qu'une voie avec rails à ornière et c'est là un point essentiel, surtout pour une ligne d'altitude, où la neige abonde pendant tout l'hiver. L'ornière des rails, obstruée par la neige, est d'un



FIG. 1. — TRAMWAY ÉLECTRIQUE DE SAINT-GALL A TROGEN (SUISSE) : Vue d'un train de voyageurs.

nettoyage difficile et augmente sensiblement les résistances au roulement.

Le rapport sur l'exploitation du chemin de fer de Saint-Gall, pendant l'année 1904, signale, d'ailleurs, cet inconvénient; il fallait, pour assurer le service, faire un usage très fréquent du chasse-neige, et même quelquefois marcher avec un fourgon automoteur muni d'un chasse-neige au devant de chaque automotrice.

La consommation d'énergie pendant la traction a été, en conséquence,

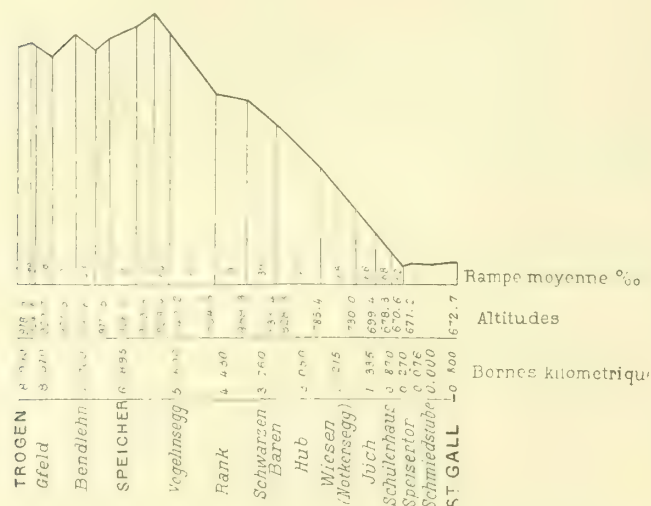


FIG. 2. — Profil en long de la ligne de Saint-Gall à Trogen.

incomparablement plus élevée pour l'hiver de 1904 que pendant l'été. La dépense d'énergie en février, par exemple, a été en moyenne de 292 kilowatts-heure par jour, et de 70 seulement au mois de juin, soit environ 4,16 fois moindre.

La dépense par tonne-kilomètre a été en moyenne de 1,62 hectowatt-heure. Pendant tout l'été la dépense effective a été au-dessous de cette moyenne; en novembre, décembre, janvier, février et mars, elle était sensiblement au-dessus (fig. 8). Outre l'augmentation des résistances de roulement à la suite de la neige, surtout à cause des rails

avantages bien connus d'une tension plus élevée et on a choisi celle de 800 volts pour toute la ligne en dehors de la ville. Cette tension est généralement admise en Suisse pour les chemins de fer interurbains avec traction électrique à fil aérien.

Pour des moteurs de traction à courant continu avec excitation en série, l'emploi de deux tensions différentes ne présente aucun inconvénient, l'effort développé par ces moteurs ne variant pas avec la tension; seulement la vitesse de marche diminue proportionnellement avec la diminution de la tension sur le réseau.

Il a fallu, toutefois, prévoir un dispositif permettant le fonctionnement régulier de l'éclairage électrique des voitures, soit à 800 volts, soit à 500 volts. On a muni à cet effet chaque voiture d'un électro-aimant avec un noyau en fer qui met automatiquement en circuit, en série avec les lampes à incandescence, une résistance additionnelle dès qu'on passe de 500 à 800 volts. Au passage en sens inverse la résistance additionnelle est mise en court-circuit. Cet appareil se comporte très bien en pratique malgré les chocs inévitables auquel il est exposé pendant la marche des voitures.

EXPLOITATION. — Le service quotidien est assuré normalement entre Saint-Gall et Trogen, par onze trains dans chaque sens en été et dix trains dans chaque sens en hiver; chaque train est composé d'une automotrice à voyageurs à quatre essieux et d'une remorque à deux essieux, soit à voyageurs, soit à marchandises.

Le transport des marchandises se fait aussi par des fourgons automoteurs à deux essieux. Le poids du train à vide est de 24^t 2 dans le premier cas et de 22^t 8 dans le second, l'automotrice seule pesant à vide 18^t 7. En charge, les poids des trains sont respectivement 29^t 5 et 33^t 3.

La vitesse de marche varie de 12 à 15 kilom. à l'heure; la durée du trajet est de quarante-deux minutes à la montée ou à la descente, y compris les arrêts.

LIGNE ÉLECTRIQUE. — La ligne de trolley est formée par deux fils de cuivre de 8 millimètres de diamètre supportés par des poteaux-console ou des fils transversaux en acier. A l'intérieur de la ville, on a employé des poteaux tubulaires en acier et sur le reste du parcours des poteaux en bois imprégné.

La ligne de contact est renforcée sur toute sa longueur par deux feeders en cuivre nu, chacun de 70 millimètres carrés de section, posés sur les poteaux et connectés tous les 300 mètres en parallèle avec la ligne de trolley.

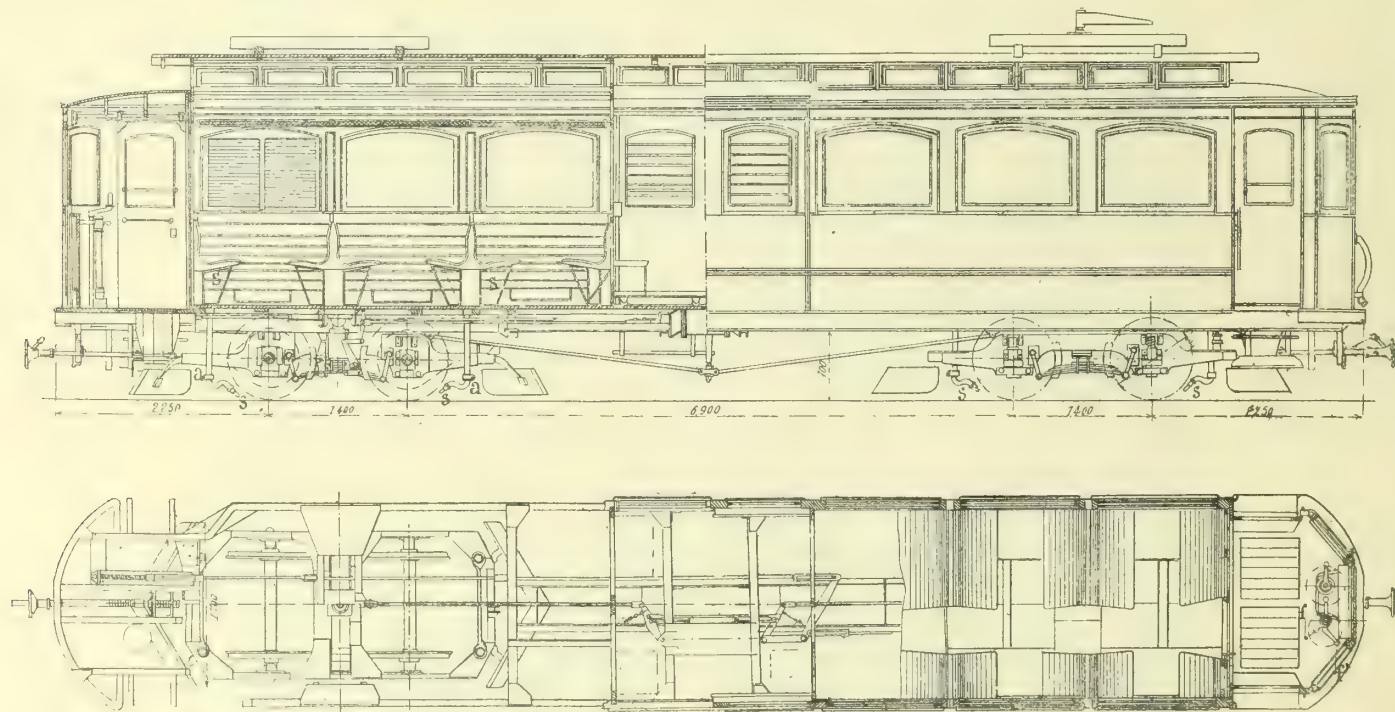


FIG. 3 et 4. — Élévation et plan schématiques d'une automotrice à voyageurs à deux bogies.

s, saillies; — a, tuyau d'air comprimé; — s, tuyau de saillie; — f, frein à air; — f', frein à main.

à ornier, la consommation d'énergie par les chasse-neige explique ce fait sur lequel il est bon d'appeler l'attention. On voit combien il est important, pour des installations de ce genre, de calculer les usines d'une façon très large.

DISTRIBUTION DU COURANT ÉLECTRIQUE. — Sur le tronçon commun avec le réseau urbain de Saint-Gall, l'énergie est fournie à la ligne sous forme de courant continu à 500 volts. On n'a pas voulu adopter la même tension pour le reste du parcours, afin de ne pas perdre les

Pour le passage de la partie de la ligne de contact à 800 volts à celle à 500 volts, la séparation entre les deux tronçons est obtenue au moyen de deux isolateurs de section en série du type courant. A cet endroit (fig. 5), les voitures passent environ 1 mètre sans courant par la force vive acquise, bien qu'on se trouve là en rampe de 6,2 ‰.

Toutefois, pour plus de sûreté, on a prolongé, parallèlement à la section isolée, un fil de contact à 800 volts, sur lequel on peut mettre la perche en cas de panne. Mais la pratique a démontré que cette manœuvre n'était nullement nécessaire.

MATÉRIEL ROULANT. — Le type des voitures à voyageurs adopté offre, à l'intérieur, trente-six places en deux compartiments pour fumeurs et non-fumeurs et quatre places debout sur la plate-forme d'arrière. La plate-forme d'avant est réservée pour le wattman et le public n'y est pas admis. Les sièges sont disposés transversalement.

Les deux compartiments principaux sont séparés par un troisième, de 4 mètres carrés, destiné aux menus bagages des voyageurs et au service de la poste. Il renferme six strapontins et dix personnes peuvent s'y placer en cas de besoin.

Ces voitures sont montées sur bogies à deux essieux, construits en tôle d'acier. La suspension, très élastique, a lieu au moyen d'un double système de ressorts : des ressorts à boudins reposant sur les boîtes des essieux, et des ressorts à lames supportant la traverse avec le pivot sur lequel repose la caisse.

Les voitures sont munies d'un frein à main et d'un frein à air comprimé, système Böker, manœuvrables de chaque plate-forme et agissant simultanément sur les huit sabots des bogies. Le frein à air comprimé est également installé sur les remorques et actionné en même temps que celui de l'automotrice. En cas de rupture d'attelage, le freinage est automatique. L'effort maximum de freinage est de 75 à 80 % du poids de la voiture. L'air comprimé nécessaire est produit par un compresseur actionné par un essieu de la voiture.



FIG. 5. — Passage de la ligne à 500 volts à la ligne à 800 volts.

L'air, comprimé à 2,3 atmosphères, est envoyé dans un réservoir monté sur chaque voiture et pouvant contenir de l'air pour cinq ou six freinages complets. Un réservoir spécial est prévu pour l'air comprimé destiné aux huit sablières de chaque voiture. Les tuyaux des sablières, dans lesquels l'air comprimé produit un soufflage énergique, sont disposés de manière à pouvoir sabler de chaque côté des roues, suivant le sens de marche. Les boîtes à sable sont aussi réchauffées électriquement. On envoie, quand il en est besoin, le courant dans les éléments de chauffage, ce qui sèche le sable et assure le fonctionnement des sablières, même par les temps humides.

Les dimensions principales des voitures à voyageurs sont les suivantes :

Largeur extérieure de la caisse.	mètres.	2,2
Longueur de la caisse	—	13,5
Longueur totale de la voiture	—	14,0
Hauteur de la voiture	—	3,5
Empattement des bogies	—	1,4
Distance entre les pivots des bogies	—	7,6

Équipement électrique. — L'équipement électrique de ces voitures est composé de quatre moteurs type Oerlikon, calculés chacun pour

une puissance de 22 chevaux à la jante des roues et une tension de 375 volts. Les quatre moteurs sont disposés en deux groupes de deux moteurs en série. Chaque moteur actionne un essieu, avec simple réduction de vitesse, dans le rapport de 1 à 5.

Cet équipement est complété par des régulateurs série-parallèle, avec soufflage magnétique, contenant quatre touches pour la marche en série, trois pour la marche en parallèle et six pour le freinage électrique. Ce freinage est obtenu en faisant fonctionner les moteurs



FIG. 6. — Vue d'une voiture à voyageurs.

en génératrices et en absorbant le courant produit dans les résistances de démarrage.

L'éclairage comporte douze lampes à incandescence. Pendant l'hiver, chaque voiture est chauffée électriquement au moyen de dix-huit radiateurs disposés sous les banquettes. Le chauffage peut être gradué au moyen d'un régulateur à trois crans, de manière à consommer 1 200, 2 400 ou 3 600 watts.

Deux perches à trolley, montées au-dessus du centre de chaque bogie, assurent la prise de courant.

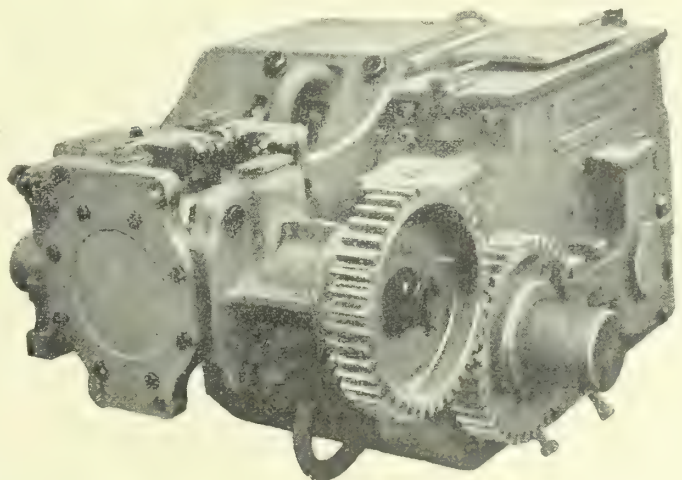


FIG. 7. — Vue d'un moteur électrique avec compresseur d'air monté sur le même bâti.

Les fourgons automoteurs pour marchandises sont construits pour une charge utile de 7 tonnes et offrent une surface de chargement de 6^m23. Ils sont à deux essieux et équipés avec deux moteurs de 40 chevaux chacun.

Sous-station. — L'énergie électrique est fournie à la Société du chemin de fer par l'usine hydro-électrique « Kubelwerk », sous forme de courant triphasé à 10 000 volts et 50 périodes par seconde.

Le courant à haute tension arrive jusqu'à une sous-station installée à Speicher, dans laquelle le courant triphasé est transformé en courant continu à 800 volts. Le matériel électrique se compose de trois transformateurs statiques de 150 kilowatts, abaissant la tension du courant triphasé de 10 000 à 2 000 volts ; deux de ces transformateurs

sont pour le service de traction, et le troisième pour l'éclairage de Speicher et Trogen.

Le courant secondaire des transformateurs alimente deux groupes de convertisseurs, comprenant chacun un moteur asynchrone de 150 chevaux accouplé directement avec une génératrice de 105 kilowatts à courant continu de 800 volts et tournant à 490 tours par minute.

La puissance de cette sous-station s'est trouvée trop faible, surtout pendant l'hiver, et on projette l'installation d'une génératrice de 190 kilowatts qui sera actionnée par un moteur Diesel.

Tout le matériel électrique du chemin de fer de Saint-Gall à Trogen a été fourni et installé par les Ateliers de Construction Oerlikon.

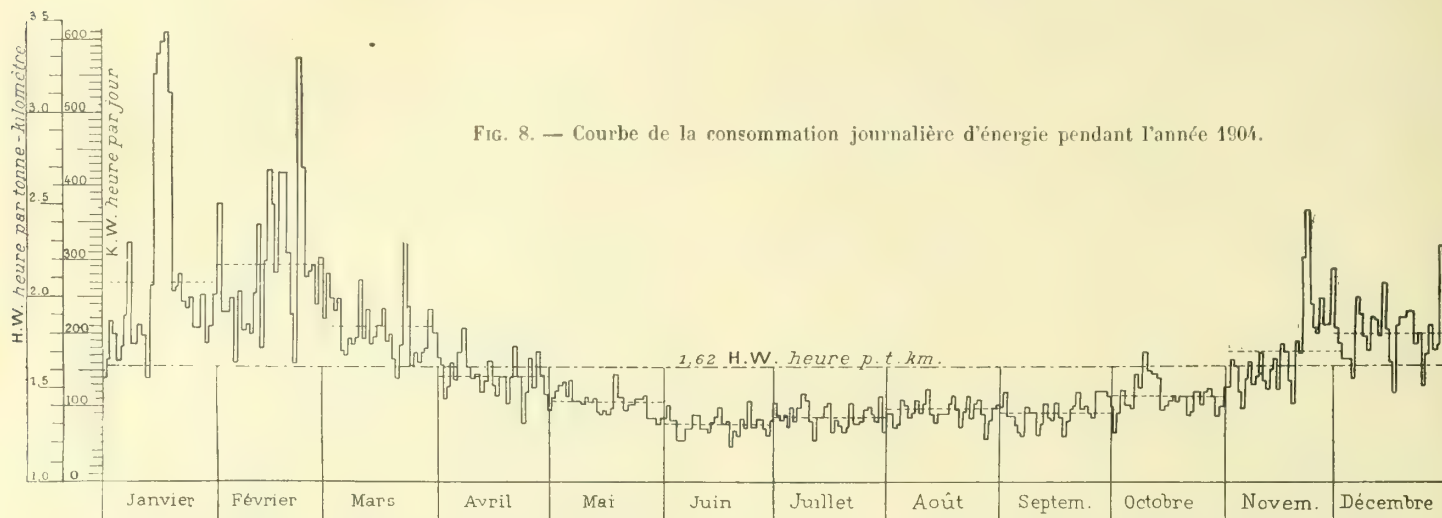


FIG. 8. — Courbe de la consommation journalière d'énergie pendant l'année 1904.

Les génératrices travaillent en parallèle avec une batterie-tampon, composée de 400 éléments, d'une capacité de 200 ampères-heure pour la décharge pendant une heure. Pour la charge de la batterie, on dispose les éléments en deux groupes de 200 éléments chacun que l'on connecte en parallèle. Par contre, pour la décharge, les deux moitiés de la batterie sont connectées en série.

Les frais d'établissement de la ligne complète s'élèvent à 1 420 000 francs. Les résultats financiers de l'exploitation sont très favorables bien que la ligne traverse une région agricole avec une population peu dense.

H. SOMACH,
Ingénieur civil.

TRAVAUX PUBLICS

CONSTRUCTION DU PHARE DE BEACHY-HEAD (ANGLETERRE)

(Planche XVII.)

Le remplacement de l'ancien phare de Belle-Toute, à Beachy-Head, cap dangereux situé sur les côtes de la Manche, dans le Sussex (Angleterre), ayant été résolu en 1898, on choisit, pour établir le nouvel ouvrage, un rocher situé à 220 mètres environ de la côte et à 2 kilom. du premier phare. Ce rocher ne découvre qu'aux basses mers d'équinoxe, mais de ce point, l'horizon sur la mer s'étend sur 213 degrés.

Dispositions générales. — Le nouveau phare (fig. 1, pl. XVII) projeté par M. Th. Matthews et construit sous la direction de M. A. H. Case, qui le décrit dans un mémoire présenté à l'Institution of Civil Engineers, est à sept étages intérieurs surmontés d'une lanterne avec un feu à éclipses de premier ordre; le plan horizontal, passant par le foyer optique, se trouve à une hauteur de 31^m 25 au-dessus des plus hautes eaux; la portée des feux est de 16 milles marins.

Les fondations de la tour ont 2^m 90 de hauteur et 14^m 32 de diamètre; elles sont établies sur le roc et descendent à 2^m 90 au-dessous du niveau des basses mers.

Le fût de la tour au-dessus des fondations forme une surface de révolution à axe vertical, dont la génératrice est une ellipse ayant des demi-axes égaux respectivement à 48^m 15 et à 13^m 40. Le diamètre de la galerie extérieure à la lanterne est de 7^m 16.

La maçonnerie est massive depuis le sol jusqu'à 3^m 10 au-dessus des hautes eaux, avec un parement extérieur en granit; les joints sont cimentés et le noyau est en béton de ciment de Portland. Sur 1^m 27 de sa hauteur, au-dessus de cette première partie, la maçonnerie est également massive, mais cette section contient une citerne d'une contenance totale de 6500 litres. A partir du plancher recouvrant cette citerne la tour est entièrement construite en granit.

Les assises de pierres ont de 45 à 55 centimètres d'épaisseur; les parements sont lisses pour la partie habitable de la tour et, au contraire, à gradins pour la portion massive. Les deux ouvertures principales: entrée et fenêtre de la chambre de la grue, sont fermées par des portes ou des volets en bronze; les autres fenêtres sont garnies de glaces de 12^{mm} 5 d'épaisseur.

L'appareil dioptrique tournant est actionné par un mouvement d'horlogerie; il pèse environ 4 tonnes et flotte sur un bain de mercure pesant 405 kilogr. et placé dans une auge annulaire. L'appareil tournant est guidé par des galets de roulement à billes qui n'entrent cependant en jeu que si l'appareil tend à s'incliner.

La lumière est fournie par une lampe à incandescence à pétrole fonctionnant sous pression, doublée d'une lampe de secours à trois mèches; elle est concentrée en rayons (fig. 4, pl. XVII) d'une puissance de 240 250 bougies. Les feux sont répartis de la façon suivante: deux éclats se succédant rapidement avec entre eux un intervalle de 2,82 secondes et durant chacun 0,51 seconde, suivis d'une éclipse de 16,15 secondes; la période totale est d'une durée de 20 secondes et se reproduit donc trois fois par minute. En temps de brouillard, toutes les dix minutes, on tire des pétards chargés de 125 grammes de coton-poudre et dont la mise à feu se fait électriquement par une petite magnéto à main.

Câbles transporteurs. — Le rocher n'était accessible du côté de la terre que par deux brèches existant dans la falaise de 131 mètres de hauteur qui forme la côte et dont la base est couverte à marée haute; ces deux brèches sont situées respectivement à 2 et à 3^{km} 2 du rocher. Pour le transport des matériaux de construction, il fallait donc, ou bien établir une petite voie ferrée partant du pied de la falaise et couverte à marée haute, ou bien employer un transport aérien par câble. C'est ce dernier système qui a été adopté.

A cet effet, on a établi sur le rocher et tout près de l'emplacement de la tour elle-même, une plate-forme sur estacade métallique, et on l'a reliée à un chantier situé au sommet de la falaise d'abord par un câble porteur en chanvre de Manille, ensuite par deux câbles métalliques. La longueur de ces câbles était de 243 mètres et la hauteur à racheter 121^m 50, c'est-à-dire exactement la moitié de la longueur (fig. 5 et 7, pl. XVII). Pour transporter sur le chantier inférieur les matériaux nécessaires à la construction de la plate-forme et du transporteur, on avait, de plus, relié le sommet de la falaise à sa base, par des échelles et par des escaliers.

Le premier câble, qui a servi seulement à la pose des seconds, fut simplement fixé à la plate-forme inférieure et au chantier supérieur; il n'eut d'ailleurs à transporter que des pièces pesant au maximum 350 kilogrammes.

Le transporteur définitif fut constitué par deux câbles en fils d'acier, ayant respectivement 152 et 140 millimètres de tour et dont les charges de rupture étaient de 120 et 100 tonnes. Au chantier supérieur (fig. 7 et 8, pl. XVII) ces câbles étaient ancrés sur un massif de maçonnerie pesant environ 100 tonnes, traversé par des tirants retenus par des écrous tendeurs; ils passaient ensuite sur la charpente de support supérieure où ils étaient fixés à des chariots horizontaux. A leur extrémité inférieure (fig. 5 et 6, pl. XVII), ils étaient ancrés à un massif en béton coulé dans une excavation faite dans le rocher, au moyen de traverses métalliques noyées. Des tirants en fer plat, des tiges articulées et des patins mobiles le long d'une glissière inclinée

Fig.2 et 3. Batardeau et plate-forme de service

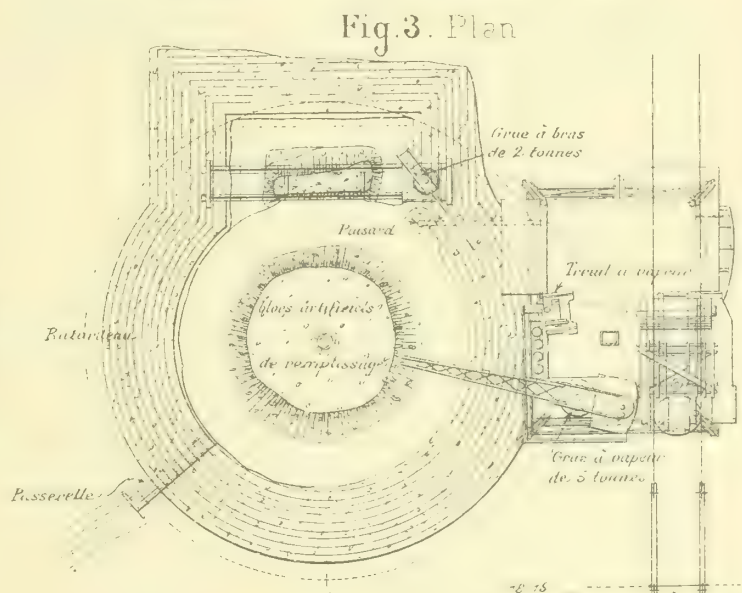
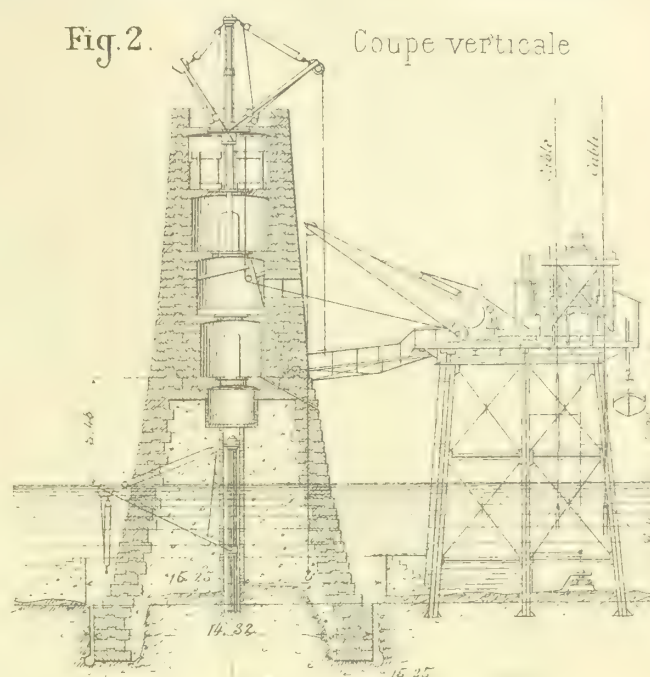
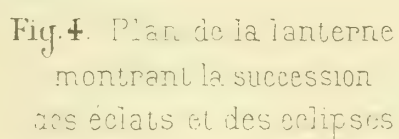
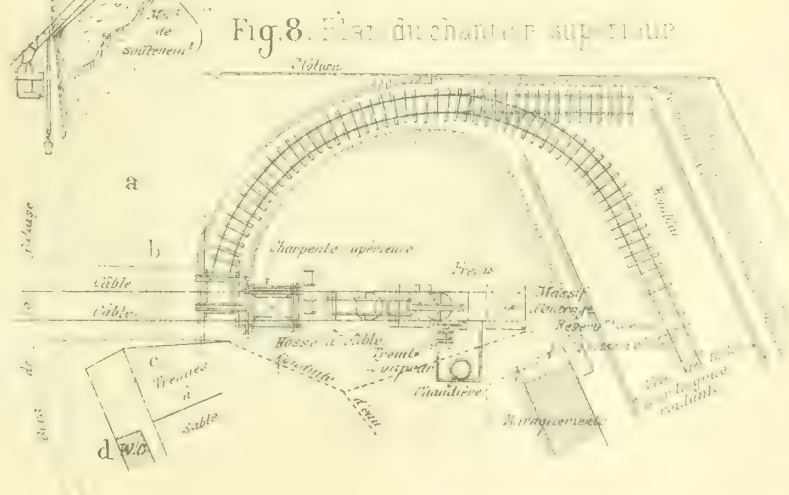
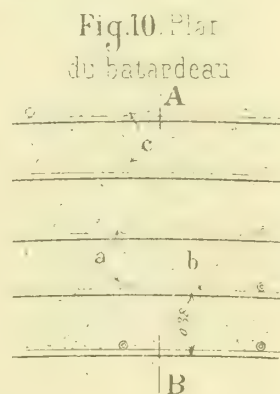
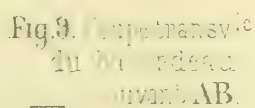
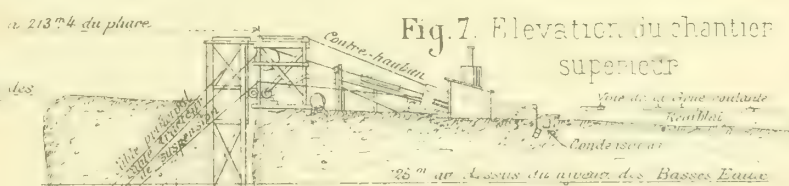


Fig.5,6,7 et 8. Installations des câbles transporteurs



portée par la plate-forme, auxquels ils étaient directement fixés par un œil et par une cheville horizontale, empêchaient les efforts latéraux, dus aux variations de la charge, de se transmettre à l'ancrage. La liaison entre les tiges articulées et les patins (fig. 1) était faite, en outre, par des tiges filetées avec écrous tendeurs, permettant de régler la tension des câbles à volonté.

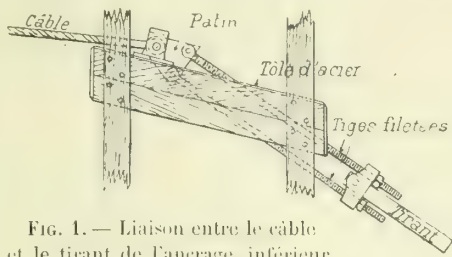


FIG. 1. — Liaison entre le câble et le tirant de l'ancrage inférieur.

Le câble le plus fort portait des bennes, suspendues par un balancier à un double chariot servant à transporter les matériaux de construction ou le personnel; l'autre portait un poids compensateur, équilibrant partiellement la charge du premier. Les chariots roulant sur ces deux câbles étaient reliés à l'avant et à l'arrière par un câble sans fin, passant en bas sur une poulie simple et en haut sur un tambour muni d'un frein réglant la vitesse de descente.

Au début, le transport était effectué uniquement par la gravité, mais la vitesse étant trop faible, surtout au retour, on compléta l'installation par un treuil à vapeur. La descente en charge pouvait alors s'effectuer au frein seul en quarante secondes; le retour avec la machine demandait cinq minutes.

Les pierres concassées pour le béton devaient être prises au pied de la falaise où elles étaient préparées et transportées par une benne basculante suspendue au câble qui devait faire la navette entre la rive et le rocher; il y avait avantage à utiliser pour ce transport un dispositif spécial permettant de faire parcourir à cette benne une ligne à peu près horizontale, au lieu de la remonter d'abord à la hauteur de la falaise, pour la redescendre ensuite.

A cet effet, la hauteur à racheter par le câble étant juste la moitié de la distance horizontale à parcourir, on fixa au chariot porte-benne une poulie à crochet sur laquelle on fit passer un câble ancré, à l'autre extrémité, à la charpente de la plate-forme supérieure.

On munit, d'autre part, la benne d'une autre poulie et on fit passer le câble également sur cette deuxième poulie en le rattachant finalement au crochet du chariot. Ce dernier était de plus fixé à un câble tracteur enroulé sur le tambour du treuil du chantier supérieur.

Lorsqu'on tirait sur ce dernier de manière à ramener la benne vers la rive, le câble passant sur deux poulies permettait à cette benne de redescendre d'une longueur égale à la moitié de la distance parcourue dans ce sens, c'est-à-dire à la quantité dont elle aurait été remontée si elle avait été accrochée directement au chariot, tandis que ce même câble remontait la benne d'une quantité égale pendant le mouvement vers le rocher; cette benne avait donc, en réalité, une trajectoire à peu près horizontale et dépensait par suite très peu de force motrice dans les deux sens de son déplacement.

Exécution des travaux. — Pour les fondations, on a établi un batardeau en béton (fig. 2 et 3, pl. XVII), entourant tout l'emplacement de la future tour, y compris la plate-forme d'accès, mais laissant aussi peu de place inutilisée que possible entre ses parements et ce batardeau.

Le corps de ce batardeau était constitué (fig. 9 et 10, pl. XVII) par un béton de ciment présentant extérieurement des gradins verticaux retenus par des feuilles de tôle ondulée *b*, s'appuyant, au moyen de cales, sur des poteaux *a* en bois ou en fer, simplement enfoncés et coulissant librement dans des bouts de tuyaux *c*, noyés au préalable dans le béton au moment de la pose. A l'un des angles, formés par le raccordement du rectangle et du mur circulaire, était ménagé un puisard dont les eaux étaient extraites par une pompe centrifuge placée sur la plate-forme de service.

Une fois le batardeau fini, on fit l'excavation des fondations au pic et non pas à la mine, de crainte de fissurer le rocher; le cylindre central du roc, resté intact, fut surélevé au moyen de blocs de béton, de manière à réduire autant que possible la quantité d'eau entrant dans l'espace délimité par le batardeau, au moment des hautes eaux, et on construisit la partie cylindrique de la tour au moyen de voussoirs en granit taillés d'avance et numérotés pour accélérer le travail. Enfin, l'espace entre la maçonnerie et le rocher fut comblé avec du béton, et la construction de la tour proprement dite commença.

On établit d'abord au centre du massif de béton une grue pivotante à bras, permettant de transporter les matériaux sur un point quelconque de la circonférence à desservir, et pourvue d'un support à tubes télescopiques pour pouvoir être exhaussée sans démontage, au fur et à mesure de l'élévation des murs. La portion rectangulaire des soubassements fut construite au moyen d'une grue roulante de 2 tonnes, circulant sur une petite voie (fig. 3, pl. XVII). Quand le soubassement fut achevé, on put démolir le batardeau et le remplacer

par un dallage destiné simplement à empêcher les affouillements (fig. 1, pl. XVII).

Aux premier et deuxième étages, la colonne de la grue n'était plus supportée qu'au moyen de pièces de bois coincées contre les murs extérieurs de la tour. A partir du quatrième étage, cette grue fut doublée

par un deuxième bras pivotant (fig. 2) et, de plus, elle fut pourvue d'un câble qui, passant par une fenêtre, s'enroulait sur le treuil à vapeur de la plate-forme de service. Cette commande mécanique de la grue était devenue nécessaire en raison de l'augmentation de la hauteur et de la longueur des opérations du transport des matériaux à la main. De plus, on maintenait à cette hauteur la colonne de la grue au moyen d'un hauban passant sur une poulie, chaque fois qu'il fallait enlever de fortes charges (fig. 2).

Après que les travaux eurent été terminés, la coupure faite dans la falaise fut arrêtée par un mur de soutènement se raccordant avec le bord de la falaise qui avait été coupé suivant *abcd* (fig. 8, pl. XVII).

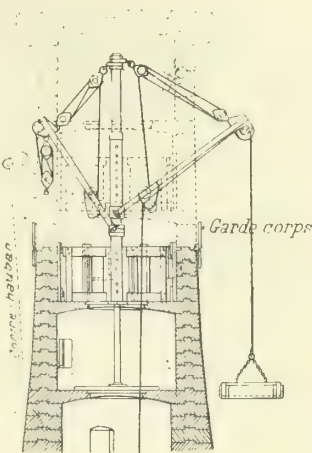


FIG. 2. — Coupe verticale du phare montrant la grue de montage.

Les travaux ont été menés très rapidement; commencés le 23 novembre 1900, les soubassements avaient atteint le niveau du batardeau le 18 mai 1901, et on put interrompre la manœuvre des pompes; à partir du 8 juin 1901, on put travailler à toute heure sans s'occuper de la marée et la dernière pierre de la galerie de couronnement fut posée le 25 février 1902. Enfin, le phare fut allumé pour la première fois le 2 octobre 1902.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

NOUVELLES DISTRIBUTIONS POUR LOCOMOTIVES

Les distributions des locomotives sont à peu près toutes du système à tiroirs plans ou cylindriques, et, malgré tous les perfectionnements introduits dans la distribution des machines fixes, aucun d'eux, appliqué aux locomotives, n'a donné de résultats satisfaisants dans la pratique, les économies de vapeur qu'ils permettent de réaliser étant largement compensées par l'usure plus rapide des organes et les difficultés d'entretien. L'*Engineering News* donne toutefois la description de trois nouvelles coulisses qui auraient donné d'excellents résultats.

Ces distributions sont celles de Young, d'Alfree-Hubbell et de Haberkorn. Elles ont été essayées en Amérique, respectivement sur les réseaux suivants: la première, sur le Chicago and Northwestern Railway; la seconde, sur le Central Railroad of New-Jersey, sur le Pittsburg and Lake-Erie-Railway, sur le Washash-Railway et sur le Chicago-Rock-Island and Pacific-Railway, et la troisième, sur le Washash-Railway.

DISTRIBUTION YOUNG. — Cet appareil est du genre Corliss à obturateurs cylindriques évidés. Ces obturateurs divisent le cylindre du tiroir en deux compartiments qui sont en communication, l'un avec l'admission, l'autre avec l'échappement et qui sont délimités par des bagues d'extrémité et par quatre cloisons longitudinales; des ressorts maintiennent celles-ci en contact constant avec les parois du cylindre de l'obturateur. Le poids des obturateurs et la pression de la vapeur sont uniquement supportés par les paliers d'extrémités.

La rotation des obturateurs est obtenue, d'autre part, comme le déplacement des tiroirs des locomotives ordinaires, par une coulisse, d'autre part, comme dans les machines Corliss, par l'intermédiaire d'un levier oscillant et d'un plateau-manivelle, réduit ici à un triple levier B (fig. 1). Mais comme le fonctionnement de cette distribution amènerait une réduction trop considérable des avances à l'admission et à l'échappement et des compressions exagérées au moment des admissions de courte durée, et des avances exagérées pour les admissions très fortes, on l'a complétée par le dispositif suivant, permettant de ramener ces avances à des valeurs admissibles et même de transformer les recouvrements du côté de l'échappement en recouvrements négatifs dans le dernier de ces cas.

L'axe E du plateau-manivelle B, au lieu d'être fixe, est monté à l'extrémité d'un levier coudé, mobile autour d'un point fixe et actionné par un poussoir de longueur ajustable F, commandé par une bielle J et un levier oscillant G.

La bielle J est articulée sur un petit bras solidaire de l'arbre de

manœuvre de la bielle de suspension de la coulisse, qui sert à provoquer le changement de sens du mouvement; elle se meut donc chaque fois que l'on change le régime de la distribution, et cela de telle sorte que les obturateurs sont déplacés dans un sens convenable pour produire les effets ci-dessus indiqués lorsque la position de la coulisse change.

La vapeur d'admission n'est toutefois amenée dans ces derniers évidements qu'après avoir traversé les orifices alternativement découverts et recouverts par le tiroir de détente supérieur (fig. 3).

Le mécanisme moteur de ces deux tiroirs se compose d'une seule coulisse actionnant en même temps et par deux bielles différentes leurs deux tiges (fig. 4). Les deux bielles sont : A, pour le tiroir prin-

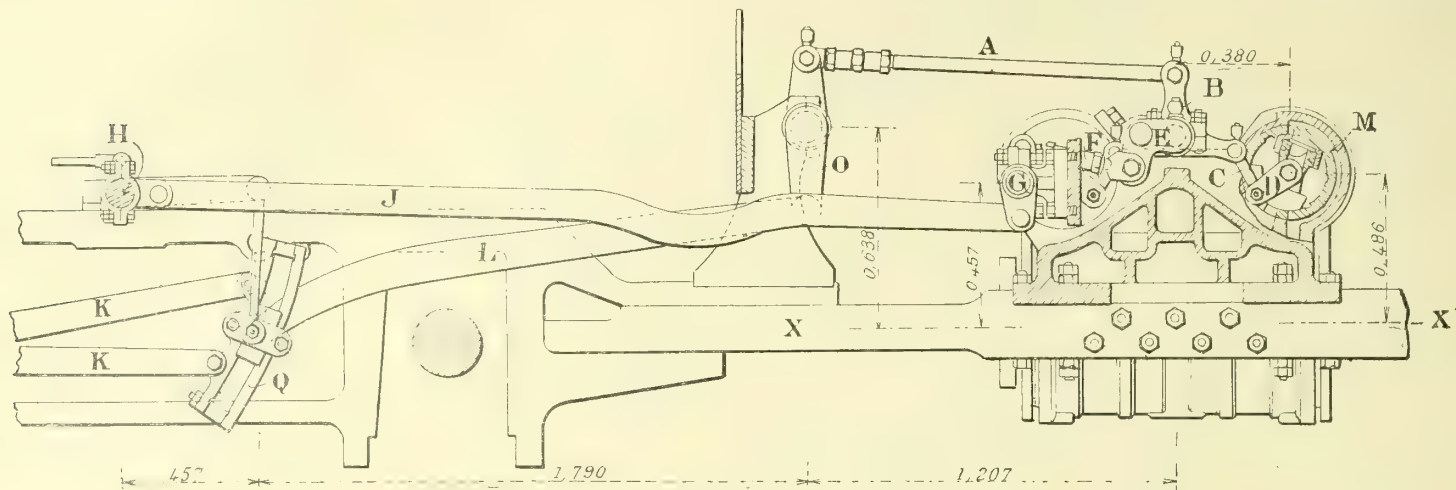


FIG. 1. — Distribution Young.

H, axe de changement de marche; — K, bielles d'excentriques; — L, bielle de commande du tiroir; — M, garniture des cylindres des obturateurs; O, levier oscillant; — Q, coulisse.

DISTRIBUTION ALFREE-HUBBELL. — Celle-ci est une distribution à tiroir cylindrique, mais à tiroir très long, de manière à réduire autant que possible la longueur des conduits entre tiroir et cylindre et, par suite, les espaces nuisibles. La figure 2 en montre d'ailleurs clai-

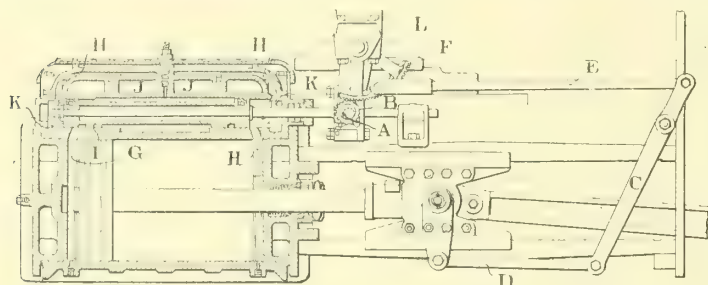


FIG. 2. — Distribution Alfree-Hubbell.

G, admission; — H, échappement; — I, glace; — J, enveloppe à air; — K, orifice d'échappement; — L, arbre oscillant actionné par la coulisse.

rement la construction. Ce tiroir est manœuvré comme les autres tiroirs de locomotives par une coulisse dont la bielle de commande actionne le levier oscillant, mais qui n'est pas figurée ici.

Ce qui distingue cette distribution, c'est le système de liaison existant entre le levier oscillant et la tige du tiroir. Dans les machines ordinaires, cette liaison est faite par un simple boulon droit, tandis que dans celle-ci, le boulon est remplacé par un petit arbre coudé ayant un mouvement propre, indépendant de celui du tiroir mais se composant avec ce dernier pour le ralentir ou l'accélérer suivant la position et le sens du déplacement de ce tiroir. A cet effet, l'arbre coudé A porte une petite roue dentée B, en prise avec un petit secteur, denté aussi, actionné directement par une bielle E. La bielle E reçoit par l'intermédiaire du levier C et de la bielle D, un mouvement alternatif, synchrone de celui du piston mais en sens inverse. On se rend facilement compte que ce mouvement supplémentaire, imprimé au tiroir, permet d'accélérer sa vitesse au moment de l'ouverture des orifices d'admission ou d'échappement ou de leur fermeture, de le ralentir pendant son déplacement lors des périodes de détente et d'échappement, et d'améliorer, par suite, le fonctionnement de la distribution en supprimant en grande partie le laminage de la vapeur.

DISTRIBUTION HABERKORN. — La distribution Haberkorn présente une certaine analogie avec la distribution Meyer, mais ici les tiroirs au lieu d'être plans sont cylindriques; elle se compose de deux tiroirs équilibrés superposés, dont l'un, le tiroir principal, est creux et fait communiquer successivement les deux compartiments avec l'échappement par son évidement axial, et avec l'admission par ses évidements périphériques.

cial, G, pour le tiroir de détente; toutes deux sont mobiles dans la coulisse B, mais toutefois placées dans leur position normale de telle sorte qu'elles soient actionnées chacune par un excentrique différent.

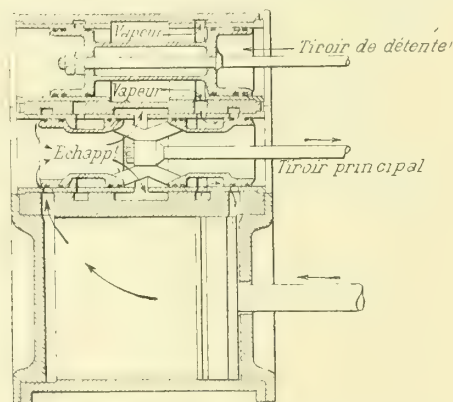


FIG. 3. — Tiroirs équilibrés de la distribution Haberkorn.

que les deux tiroirs avancent en même temps dans la même direction, il suffit de manœuvrer le tiroir principal pour renverser le sens de la marche.

Le levier de changement de marche est pourvu de quatre crans, l'un pour le démarrage, le second pour la marche normale, le troi-

sième pour la marche au point mort, le quatrième pour la marche arrière; ces quatre positions correspondent à des admissions de plus de 75 %. Celui du tiroir de détente permet de régler la détente à volonté entre les deux limites extrêmes admises pour la construction de l'appareil et de réduire

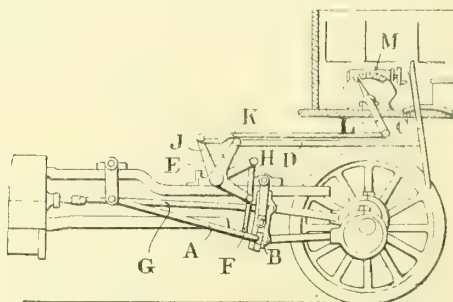


FIG. 4. — Coulisse de distribution Haberkorn.

l'admission minimum de 75 %, donnée par le tiroir principal, sans qu'il y ait cependant laminage de la vapeur, les orifices d'admission étant toujours grandement ouverts quand la vapeur arrive à l'entrée du cylindre.

F. H.

HYDRAULIQUE

ALIMENTATION DE COOLGARDIE EN EAU POTABLE

par une conduite de 565 kilomètres.

Dès les débuts de l'exploitation des gisements aurifères de Coolgardie et de Kalgoorlie (Australie occidentale), dont la découverte remonte à 1892, la question de l'approvisionnement de la région aurifère en eau propre aux usages domestiques et industriels fut à l'ordre du jour. Cette région est en effet dépourvue de sources, les pluies y sont très rares et les puits artésiens qui y ont été forés donnent des débits insignifiants. Le besoin d'eau augmentant sans cesse avec le développement de l'industrie minière et l'accroissement de population qui en résulte, le Gouvernement se vit obligé, à la suite de la période d'extrême sécheresse de 1893-94, de mettre à l'étude la question de l'approvisionnement en eau.

Plusieurs projets furent présentés utilisant, par distillation, les eaux de petits lacs salés disséminés dans la région; le prix élevé de

de chemin de fer et dans les régions se prêtant le mieux à la construction des bassins de prise d'eau.

La canalisation se développe dans une direction générale ouest-est et suit la voie ferrée de l'est. Le grand bassin de retenue de tête a une capacité maximum de 20 800 000 mètres cubes, la crête de son barrage est à la cote 122^m 62; la prise de l'eau se fait au plus bas à 24^m 40 au-dessous de cette crête, soit à 98^m 22 d'altitude. Le réservoir le plus élevé, c'est-à-dire le point le plus élevé de la canalisation se trouve à 319 mètres au-dessus du sommet de ce barrage, c'est-à-dire à plus de 441 mètres au-dessus de la mer. L'aire du territoire dont les eaux de drainage viennent alimenter le bassin de retenue est de 1 475 kilom. carrés, étendue considérable mais nécessaire étant donnée la faible hauteur des pluies dans cette région, qui est cependant une des plus arrosées de l'Australie.

Les figures 1 et 2 montrent l'emplacement des usines élévatoires, la répartition des neuf sections, l'allure générale de la canalisation et les cotes du nivellement.

La première usine élévatoire est construite dans le voisinage immédiat du bassin de retenue de tête; à 2^{km} 5 du captage est installée

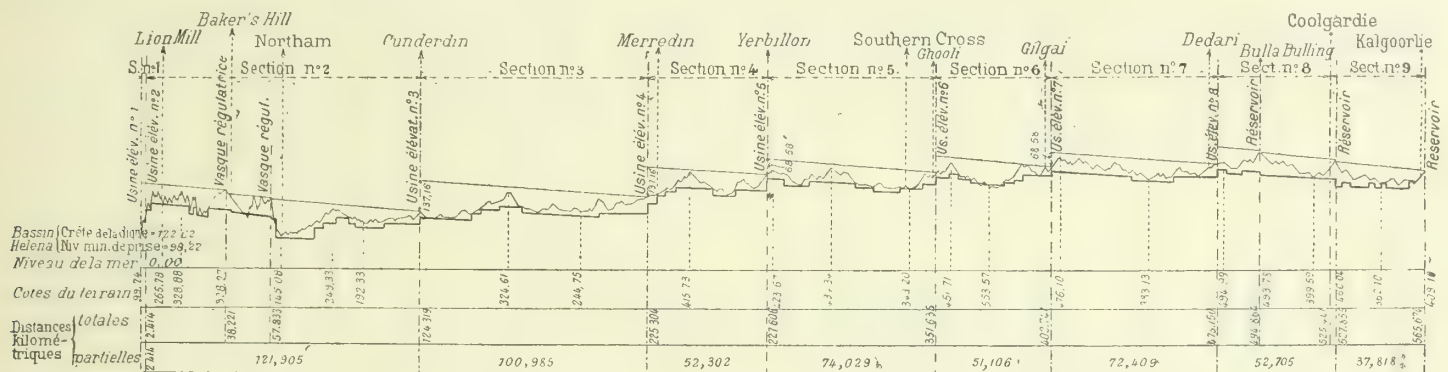


FIG. 1. — Profil en long de la conduite.

l'eau ainsi obtenue et l'impossibilité de garantir un débit suffisant les firent tous rejeter. Les offres des entreprises privées, ayant en vue le captage des eaux de rivières très éloignées du bassin minier, furent également repoussées. En 1895, le Gouvernement chargea M. C. Y. O'Connor de présenter un projet assurant, dans la région, un débit quotidien de 23 000 mètres cubes.

Après de nombreuses recherches, M. O'Connor décida de capter les eaux du torrent Helena, situé près de Mundaring dans les monts Darling, à 50 kilom. environ de la côte ouest et à plus de 500 kilom. de la région à desservir. L'eau était abondante, de bonne qualité, et de plus, la configuration du terrain au voisinage du torrent offrait de grandes facilités pour la construction d'un vaste bassin de retenue destiné à l'accumulation de l'eau pendant la saison des pluies et pouvant tenir en réserve une quantité d'eau correspondant à la consommation prévue (pertes comprises) pendant deux années, soit plus de

la seconde usine dont l'aspiration se fait dans un réservoir de 2 000 mètres cubes, situé à 102 mètres au-dessus du niveau des plus hautes eaux dans le bassin de retenue de tête. La première section comporte donc la première usine élévatoire et finit à la deuxième. Les sections successives commencent et finissent à une usine élévatoire et n'en comprennent pas, mais sur le parcours de la deuxième section, dont la longueur est de 122 kilom., se trouvent deux vasques dites de régulation de chacune 2 300 mètres cubes. La huitième et la neuvième section comportent aussi des réservoirs intermédiaires pour la distribution. L'aspiration des pompes de la troisième usine se fait dans un réservoir de 45 500 mètres cubes, à 113^m 40 au-dessus de la crête du bassin de retenue. Les cinq sections suivantes ont des longueurs respectives de 101 kilom., 52 kilom., 74 kilom., 51 kilom. et 72^{km} 5; les réservoirs d'aspiration des cinq usines élévatoires ont tous à peu près la même capacité, 4 550 mètres cubes;

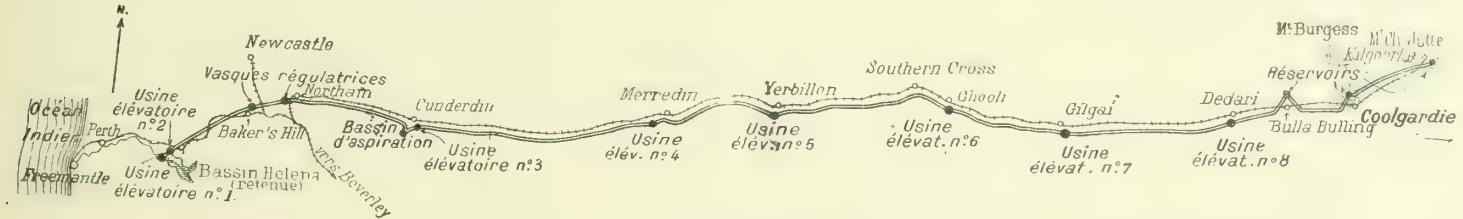


FIG. 2. — Plan de la conduite.

20 millions de mètres cubes. Un avant-projet, prévoyant une dépense totale de 63 millions de francs, fut présenté; le Gouvernement en accepta les grandes lignes et le Parlement l'autorisa à contracter l'emprunt des fonds nécessaires à l'exécution du projet.

C'est l'État qui construit et qui exploite directement la distribution d'eau; il n'a eu recours à l'adjudication que pour la fourniture du matériel: tuyaux, pompes et accessoires.

Dispositions générales. — La canalisation se distingue par sa grande longueur qui est de 565^{km} 67 et par la différence importante entre les niveaux extrêmes du terrain qui est de 309^m 36 et qui n'a pu être franchie qu'au moyen de plusieurs relais. La canalisation principale est divisée en neuf sections, comprenant huit usines élévatoires; les pompes des quatre premières usines sont établies pour donner chacune une mise en charge de 137^m 16, comprenant la différence de niveau des points extrêmes de la section et la perte de charge en route. Les pompes des quatre dernières sections sont établies chacune pour une mise en charge totale moitié moindre, soit 68^m 58. Les huit usines élévatoires ont été installées à proximité de stations de la ligne

leur hauteur au-dessus du niveau supérieur de la retenue est respectivement de 175, 272, 282, 308 et 319 mètres. Le dernier de ces réservoirs se trouve au point culminant de la canalisation, à 441 mètres au-dessus du niveau de la mer.

La huitième section, longue de 53 kilom., comporte deux réservoirs; l'un, intermédiaire de 54 400 mètres cubes, et l'autre, de 4 550 mètres cubes à son extrémité. La longueur de la neuvième section est de 38 kilom.: elle a à son extrémité, dans la région de Kalgoorlie, un seul réservoir de 9 400 mètres cubes.

Conduite. — Le diamètre intérieur de la conduite principale est de 0^m 762; on a adopté pour sa construction le locking bar system, lequel comporte l'emploi de tuyaux en acier Mephane-Ferguson sans rivure. Ce genre de tuyaux fut adopté par la Commission à la suite d'un concours international; son emploi est plus économique que celui des tuyaux soudés, et plus sûr, en ce qui concerne la résistance, que celui des tuyaux rivés. Dans ce système, les tuyaux sont formés par deux demi-cylindres qui sont réunis le long des génératrices de contact, par deux sortes de baguettes à section elliptique, présentant

deux cannelures ménagées à l'extrémité du grand axe (fig. 3 à 7). Les bords des tôles à assembler, qui ont été préalablement refoulés, sont engagés dans les rainures de cette baguette, puis les bords de la baguette sont rabattus et fortement matés. Avec ce système, le danger des fuites est si faible qu'on a pu sans inconvénient poser la conduite en tranchée avec de simples joints au plomb.

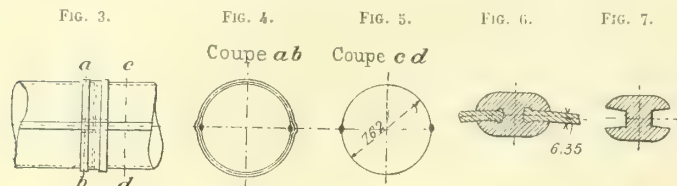


FIG. 3, 4 et 5. — Tuyaux Mephan-Ferguson
assemblés par le locking bar system. FIG. 6 et 7.
Baguette d'assemblage des tuyaux.

L'épaisseur des tuyaux est de 6 millimètres pour les parties de la canalisation supportant une charge inférieure à 120 mètres et de 8 millimètres pour les charges supérieures. Ces épaisseurs sont beaucoup plus élevées que celles qui avaient été prévues dans l'avant-projet, car on a profité de l'économie réalisée par l'emploi du locking bar system pour augmenter cette épaisseur. Les dimensions des baguettes d'assemblage varient également avec la pression; leur poids au mètre est de 9^{kg} 67 pour les faibles charges et de 12^{kg} 27 pour les fortes. La longueur des tronçons de tuyaux est de 8^m 50; les manchons d'assemblage des tronçons successifs (fig. 8 et 9) sont également de

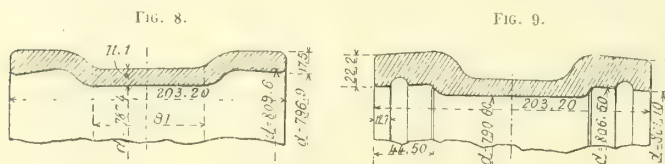


FIG. 8 et 9. — Manchons d'assemblage.

deux types; au cours des travaux, on adopta une machine imaginée sur place et spécialement construite pour la pose rapide et économique des manchons et la confection des joints. Une fois le régime de marche normale atteint, la pose avec sept semblables machines se faisait à raison de 56 kilom. par mois.

La conduite a été revêtue intérieurement d'un enduit destiné à la protéger contre la corrosion par l'eau; cet enduit est composé de parties égales en poids d'asphalte et de goudron de houille.

La fourniture des pompes et de leurs moteurs fut concédée à la maison Simpson qui employa du matériel Worthington.

Exécution. — Les travaux ont été exécutés avec une rapidité remarquable. En mars 1898, on commençait la construction de la digue du bassin de retenue et, en janvier 1903, la canalisation principale, les usines élévatoires et tous les réservoirs étaient terminés, l'eau pouvait arriver à Kalgoorlie, à 565^{km} 67 du point de départ. Une telle rapidité pour l'exécution d'une canalisation aussi longue n'avait pas encore été atteinte; c'est ainsi que la canalisation de Thremere, à Manchester, dont la longueur n'est que de 148 kilom. a demandé cinq années; celle du Bala Lake, à Liverpool, longue de 110 kilom. n'a été terminée qu'après onze années de travail.

Le réservoir de tête a présenté quelques difficultés de construction; à son emplacement, le terrain est coupé par des dykes volcaniques qui faisaient craindre que le fond ne fût pas étanche; il n'en a rien été cependant, comme cela a été prouvé dans la suite, les pertes par infiltration à travers le fond étant extrêmement faibles. La crête du barrage forme déversoir de trop-plein sur toute la longueur de l'ouvrage; comme elle est à 33^m 50 au-dessus du pied, le déversoir est fort probablement le plus haut qui existe actuellement. On n'a signalé jusqu'ici aucun inconvénient à évacuer le trop-plein de cette façon.

Une fissure fut trouvée à l'endroit projeté pour le barrage; pour s'assurer qu'elle ne s'étendait point en profondeur et ne pouvait donner lieu à des fuites, des forages furent conduits à 30 mètres de profondeur tout le long de son emplacement et des essais furent faits pour s'assurer de l'étanchéité avant de commencer les fondations.

Le barrage est en béton. Comme on ne trouvait que de la pierre dans la région avoisinante, une voie de chemin de fer de 7 500 mètres a été construite pour amener le sable et le ciment. L'eau nécessaire à la construction et au personnel a été obtenue en construisant un barrage-réservoir d'une capacité de 90 000 mètres cubes dans la haute vallée d'un affluent du torrent Helena. L'exécution des travaux se poursuivait sans interruption de nuit et de jour, l'éclairage électrique étant assuré par une petite station centrale.

Les bassins de prise d'eau correspondant à chacune des usines élévatoires échelonnées le long de la ligne ainsi que les vasques de régulation et les barrages-réservoirs de distribution sont également en

béton; leur construction ne présente rien de particulier, sauf pour le dernier dont l'enduit en béton, mince et non appuyé, est fait par sections avec des joints de dilatation garnis au bitume; un grillage de fils barbelés dans chaque section le conserve intact; les joints sont calfatés quand il est nécessaire.

Fonctionnement. — La vitesse de l'eau dans la conduite est d'environ 0^m 65 à la seconde; la perte de charge totale est de 376 mètres pour l'ensemble de la conduite. La charge totale, à laquelle travaille l'ensemble des huit usines élévatoires, est de 823 mètres; dans ces huit usines sont installées vingt pompes Worthington, d'une puissance totale de 6 187 chevaux-vapeur, dont 2 475 constituent la réserve.

Une ligne téléphonique de 612 kilom. réunit entre eux les points principaux de la canalisation: barrage de tête, usines élévatoires, vasques régulatrices et réservoirs de distribution.

La plus grande partie des réseaux de distributions secondaires, soit pour les villes (160 kilom. de canalisation), soit pour les mines (environ 200 kilom.), a été exécutée avec des tuyaux ordinaires en fonte avec joints à emboîtement.

A la fin de l'année 1904 les dépenses s'élevaient à 67 millions pour la canalisation principale et à 3 670 000 francs pour les canalisations secondaires des réseaux de distribution qui ont été exécutées également par l'administration.

On compte sur une vente moyenne minimum de 11 500 mètres cubes par jour, à raison de 1 fr. 80 le mètre cube; cette vente doit couvrir les frais d'exploitation, fournir un intérêt de 3,50 % au capital engagé et l'amortissement, au taux de 3 %, de ce capital.

On prévoit qu'il sera possible d'abaisser le prix du mètre cube à 1 fr. 10, quand le maximum possible de consommation, soit 23 000 mètres cubes par jour, sera atteint.

Pendant le premier exercice, se terminant le 30 juin 1904, la vente moyenne journalière n'a cependant pas dépassé 5 400 mètres cubes.

Le prix de vente de l'eau dépend du chiffre global de mètres cubes consommés par l'abonné et du point où est fait le branchement de sa concession; il a varié de 0 fr. 97 à 2 fr. 77 avec une moyenne de 1 fr. 62 au mètre cube.

Dans une entreprise de cette importance, il est toujours très difficile, *a priori*, de fixer le chiffre des recettes et il est aussi très délicat de déterminer quel sera le prix de vente le plus avantageux. Il n'y a donc pas lieu de s'étonner de ces erreurs dans les prévisions. Il est fort probable cependant que, malgré un premier exercice désastreux au point de vue financier, cette entreprise sera bientôt prospère: la population, rapidement croissante de toute la région, permet d'espérer que la consommation atteindra prochainement le maximum de débit prévu.

Au point de vue technique, l'installation semble n'avoir rien laissé à désirer. L'eau est de très bonne qualité, quoique sa teneur en ammoniacale soit assez élevée. Cette teneur s'abaisse notablement pendant le parcours le long de la conduite. Pendant les dix-huit premiers mois de l'exploitation, on n'a eu à faire aucune réparation à la tuyauterie; de même, le service des usines élévatoires a fonctionné et fonctionne encore parfaitement. L'étanchéité des tuyaux et des réservoirs est telle que la perte totale, tant par évaporation que par fuites, n'a pas dépassé 760 mètres cubes par jour, soit à peine le quart du chiffre qui avait été prévu. Il ne s'est pas produit un seul éclatement de la conduite. Par contre, dernièrement, celle-ci a été coupée six fois en des points où elle traverse des bas-fonds parcourus par les eaux sauvages; celles-ci exercent une action abrasive considérable au moment où elles charrient des sables.

Paul RAULIN,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

INDUSTRIES TEXTILES

LA MAISON DE CONDITIONNEMENT DES LAINES de Bradford (Angleterre).

L'établissement dénommé *City of Bradford Conditioning House* est chargé officiellement du conditionnement des laines, comme l'est, à Paris, la Chambre de Commerce, pour le conditionnement des soies et des matières textiles en général. Rappelons ce qu'est le conditionnement: c'est l'opération qui consiste à déterminer l'excès de teneur en eau, au delà de la normale, des textiles, de façon à reconnaître la quantité d'eau qui a pu être ajoutée frauduleusement ou accidentellement. Cette eau supplémentaire augmenterait le poids sur lequel on se base pour établir la facture; on ramène donc le textile à sa condition ordinaire normale et marchande, condition qui correspond à une certaine teneur connue en humidité; l'opération consiste, en somme, à reconnaître la condition de la matière textile, d'où, sans doute, le mot conditionnement, bien que l'étymologie soit assez douteuse.

On procède également au conditionnement de la soie, du coton et

du lin. Les opérations des maisons de conditionnement consistent essentiellement en pesées, faites à diverses températures sur la matière plus ou moins sèche, fournissant des chiffres qui conduisent à toute une série de calculs pour conditionner la matière textile, et savoir la modification qu'il faut faire subir au poids net. On y fait, en outre, des déterminations relatives à la résistance à la traction, au frottement, à l'usure sur le métier, à l'allongement; de même, on fait toutes les analyses et les essais relatifs à la teinture, à la composition chimique et aux adulations s'il y a lieu.

Il va de soi que les établissements de conditionnement anglais ont surtout à s'occuper de la laine et des filés, car c'est, avec le coton, la base de l'industrie textile britannique. En fait, pourtant, il n'existe pas beaucoup de bureaux de conditionnement en Angleterre; cela tient en grande partie à ce qu'un seul établissement, s'il est bien organisé, peut conditionner des quantités énormes de matières.

Ces établissements n'ont pas toujours un caractère officiel, mais leurs renseignements sont acceptés par les parties contractantes; c'est le cas du Bureau de Manchester, qui est du reste très apprécié, et qui est sous la dépendance de la Chambre de Commerce; il n'est réglementé par aucune loi, et il est absolument indépendant des autorités municipales. Cela ne nuit pas à la valeur de ses analyses, qui sont acceptées avec toute confiance. Il existe également deux semblables petits bureaux à Londres et à Nottingham. La rareté relative de ces établissements fait qu'il peut être intéressant de donner quelques détails sur leur installation; nous avons choisi à dessein celui de Bradford: il vient d'être reconstruit et réorganisé sur de vastes proportions à la suite du succès complet qu'a rencontré le premier bureau, qui avait été organisé par la Ville, dans des conditions assez modestes, en 1891 ⁽¹⁾.

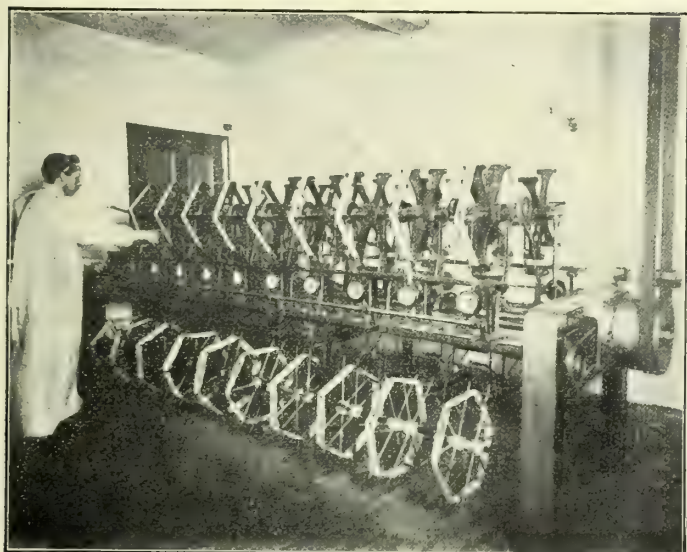


FIG. 1. — Salle de dévidage.

C'est en 1887 que la Municipalité obtint, par une loi, le droit de créer un bureau de conditionnement, dans le but de vérifier et de certifier le poids véritable, la longueur et la condition des divers produits destinés à l'industrie textile dont il est fait commerce dans la région et de conditionner les laines, etc. La localité était fort bien choisie pour un établissement de ce genre, en ce sens que Bradford est le centre de l'industrie anglaise des filés; on se trouve en plein Yorkshire, et le besoin d'un établissement de conditionnement se faisait sentir. Aussi, peu à peu, fallut-il augmenter le matériel que possédait primitivement le bureau; les demandes d'essais se multipliaient avec une rapidité considérable; et, en outre, les clients ne se contentaient plus de faire conditionner les laines et les filés, mais ils désiraient encore faire subir aux produits demi-fabriqués ou fabriqués des épreuves portant, par exemple, sur la résistance à la traction, sur la présence de matières étrangères, sur la valeur des teintures. La Municipalité se vit donc forcée peu à peu d'acheter les bâtiments voisins de l'installation primitive pour y loger les nouveaux laboratoires; l'installation première n'avait d'ailleurs été faite qu'à titre expérimental: à seule fin de reconnaître si une entreprise de cette espèce était susceptible de rencontrer un succès pécuniaire.

On se vit finalement dans la nécessité de construire un bâtiment spécial pour loger tous les services et, en prévision des agrandissements ultérieurs, on s'est décidé à élever d'immenses bâtiments à

cinq étages, ayant coûté 1 million de francs. Dans ces bâtiments, la surface totale des planchers est de 12 400 mètres carrés. Les salles d'entrepôt peuvent contenir 6 000 balles. Les locaux doivent en effet être très vastes: il y faut conserver pendant quelques jours toutes les balles et les paquets faisant l'objet des transactions car ils passent en totalité à la Maison de Conditionnement, qui prélève elle-même les échantillons. Comme cela s'imposait, les bâtiments ont été construits en matériaux à l'épreuve du feu.

L'établissement conditionne aussi les soies et les colons; l'État y envoie les fournitures qu'il demande à l'industrie privée, notamment en ce qui concerne les étoffes ou les matières textiles destinées à l'armée, à la flotte, à la police, aux hôpitaux, etc.

Les essais sont exécutés en double: les observations sont faites, les calculs effectués et les résultats trouvés par des personnes opérant séparément et en suivant des procédés distincts, afin de se prémunir sûrement contre toutes les chances d'erreurs; s'il y a discordance au delà d'une certaine tolérance, admise comme tenant compte des imperfections inévitables, tout est recommencé. Un certificat officiel est délivré, qui résume les résultats obtenus, et qui répond aux questions ou au but du client ayant demandé l'essai. Ces résultats ne sont communiqués, bien entendu, qu'aux parties ayant envoyé les marchandises au conditionnement. L'établissement est divisé normalement en deux grandes sections: l'une pour les essais portant sur des échantillons venant un peu de partout; l'autre section étant consacrée au pesage en masse et au conditionnement des échantillons pris dans les matières entreposées au bureau de conditionnement.

À l'arrivée des balles et des paquets de toute espèce, trois personnes opérant indépendamment déterminent le poids de ces balles sur une balance très sensible, qui est réglée chaque semaine; les diverses balances dont on dispose peuvent peser depuis une demi-livre (226 gram-

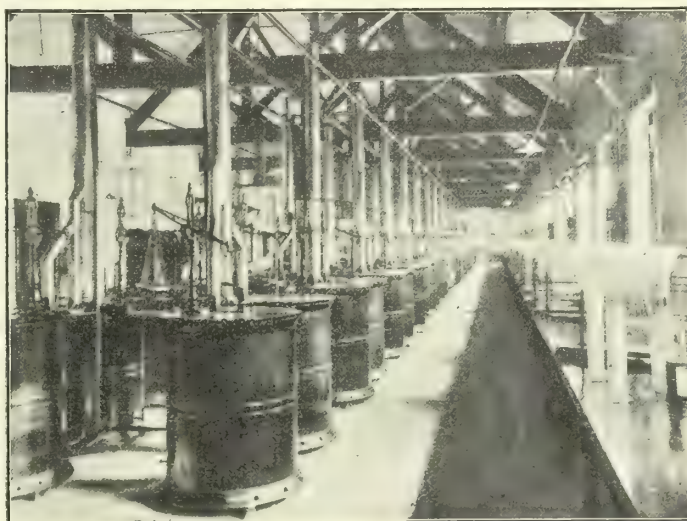


FIG. 2. — Salle des étuves.

mes), jusqu'à 10 tonnes; on peut également prendre la tare, si cela est demandé ou si c'est utile. Le directeur de l'établissement a, du reste, le droit de refuser toutes marchandises dont la manutention lui paraît impossible, ou encore celles qui lui semblent en trop mauvais état pour subir un essai. Les livraisons de matières se font avant deux heures, et les marchandises sont immédiatement assurées contre le feu et l'eau. Ces marchandises peuvent rester entreposées gratuitement durant une semaine après les essais, mais elles paient ensuite 0 fr. 15 par balle et par semaine; les matières entrées simplement pour pesage payent immédiatement cette taxe.

Les échantillons destinés aux essais d'humidité sont pris soigneusement dans diverses parties des consignations, des paquets, des balles, de manière à bien obtenir dans l'ensemble un échantillon moyen; la quantité prélevée varie suivant la nature de la marchandise; on prend, par exemple, 2 livres (906 grammes) par balle pour les laines et déchets; 4 livres sur 1 200 pour les filés en écheveaux. Pour le conditionnement des tissus en pièce, on coupe une bande ayant exactement un demi-yard (0^m 457), on la sèche jusqu'à dessiccation absolue, on ajoute au poids sec le coefficient normal de reprise d'humidité, proportionné naturellement à la longueur de l'échantillon prélevé, et la différence entre le poids au moment de la réception et le poids obtenu par cette opération représente la condition moyenne de la pièce. Les précautions les plus minutieuses sont prises pour le tarage et l'emballage; on détermine leur condition normale en les pesant d'abord à leur arrivée, puis on les fait passer dans une chambre chaude pour dessiccation; on les laisse refroidir dans des conditions atmosphériques normales, et l'on fait la différence de poids; du reste, on renouvelle l'essai jusqu'à obtenir une différence de poids constante, et cette opération ne demande pas moins de quatre à six jours.

(1) Il paraît que depuis l'établissement de ce Bureau, un grand nombre de fraudes, assez communes autrefois, ont complètement disparu.

Des pourparlers sont actuellement engagés entre la Condition de Bradford et les établissements similaires du continent en vue d'unifier les méthodes d'analyses et les termes du conditionnement pour chaque sorte de textiles dans chacun des pays manufacturiers. Un Congrès, qui doit avoir lieu prochainement, à Bradford même, étudiera les moyens d'obtenir cette unification.

Bien entendu, on a soigneusement déterminé, avant toutes choses, l'échelle des pourcentages d'humidité représentant les reprises admises pour les diverses matières, 16 % notamment pour les laines en masse et déchets, 14 pour les blousses ordinaires et 16 pour les blousses propres.

Tout comme cela se passe à Reims, par exemple, on exécute des essais pour constater la proportion d'huile et de substances insolubles; les échantillons sont pesés, séchés absolument, puis dégraissés de la manière la plus complète avec du savon neutre et de l'eau chaude dont la température ne dépasse pas 49 degrés centigrades; on sèche alors de nouveau jusqu'à dessiccation absolue, et la perte de poids représente la somme d'huile et de matières insolubles, dont il est fait un pourcentage. D'une manière générale, c'est cette méthode de dégraissage qu'on emploie, mais, pour les gros déchets ou filés de laine, on ajoute un peu d'alcali libre à la lessive.

Le Bureau est doté également des appareils nécessaires pour mesurer la longueur des écheveaux (fig. 1); le nombre des écheveaux pris pour les épreuves est d'autant plus considérable qu'il s'agit de filés plus fins. Naturellement, de la longueur mesurée des écheveaux et de leur poids, on peut déduire la longueur en excès ou l'insuffisance en pourcentage de toute une consignation. Dans l'enroulement des filés, on règle soigneusement la tension suivant le numéro, la qualité, le genre de filé, et cela au moyen de poids divers qu'on peut faire entrer en jeu d'après les besoins; on veille aussi minutieusement à la vitesse d'enroulement des machines, qui sont actionnées mécaniquement.

On se livre également aux comptages et essais nécessaires pour vérifier les numéros des fils ou pour constater leur enroulement; il y a aussi des machines destinées à éprouver la résistance à la traction des écheveaux ou des fils; elles sont également commandées mécaniquement, et peuvent même servir à la vérification des tissus en poils de chameau; on peut de même donner des indications précises sur l'élasticité des fils et des étoffes, dont on peut, en outre, essayer la résistance, en les soumettant à un effort qui peut atteindre 45 kilogr.; des dispositions ont été prises pour qu'on soit en mesure d'opérer sur des échantillons de petites dimensions, comme cela est nécessaire parfois.

Le Bureau se charge, et c'est ce qui lui donne un rôle beaucoup plus large qu'un simple bureau de conditionnement, de vérifier les défauts dans les étoffes en pièces, en prélevant un échantillon dans le tissu; des certificats officiels peuvent être délivrés en conséquence; les analyses les plus minutieuses du tissu peuvent être faites, puisque le Bureau possède même dans ce but toute une installation de microphotographie des mieux comprises.

Enfin l'établissement se livre à toutes les constatations qu'on lui demande sur les dommages survenus aux matières premières ou fabriquées, en cours de voyage par mer ou autrement, ceux résultant d'emmagasinages mal faits ou des conditions climatiques, etc.; il effectue des analyses de savons pour textiles, d'huiles pour laines, et il a constitué toute une collection d'échantillons-types qu'on peut prendre comme témoins dans les marchés.

Nous donnerons seulement deux ou trois chiffres qui indiqueront l'importance des tarifs appliqués par ce Bureau. Pour le conditionnement de laines ou de blousses en masse, par exemple, chaque essai se paye 1 fr. 85; pour des marchandises en pièces, le prix est de 5 francs; il est de 1 fr. 25 pour les filés en écheveaux. Le mesurage des écheveaux se paye 3 fr. 75, et le comptage des filés, 1 fr. 85. Les analyses de savons ou d'huiles ne coûtent pas moins de 13 fr. 40.

Pour ces essais divers, où la dessiccation joue toujours un rôle de premier ordre, la Maison de Conditionnement de Bradford possède en particulier une centaine d'étuves (fig. 2); qui sont de construction très simple. Elles sont faites d'une sorte de four cylindrique vertical en forme de chaudière, de 1^m 20 de hauteur, avec double enveloppe; le chauffage se fait au gaz, au moyen de brûleurs disposés en bas et entre les deux enveloppes. Des dispositions ont été prises pour que la chaleur produite ne dépasse pas sensiblement 100 degrés centigrades, afin que les matières soumises à la dessiccation ne puissent en souffrir. On est assuré que toute l'humidité est évaporée par le passage à l'étuve quand le fléau d'une balance très sensible, à laquelle la matière est suspendue pendant toute la durée de la dessiccation, demeure immobile, après avoir subi un déplacement graduel au fur et à mesure que la dessiccation avançait. Un même opérateur peut surveiller et conduire un très grand nombre d'étuves à la fois.

Sans insister davantage sur cet établissement, nous ajouterons quelques indications qui nous ont été fournies par son Directeur M. Townend, et qui prouvent le succès qu'il a rencontré. Le personnel des opérateurs et essayeurs est de 60 personnes; on fait quotidiennement une moyenne de 600 essais; pendant le premier semestre de 1905, l'établissement a reçu près de 15 millions de kilogrammes de matières diverses, dont 13 200 000 de laines peignées ou lavées, 1 100 000 de blousses et déchets, 205 000 de filés de laines, près de 49 000 de coton et de soie, le reste étant représenté par des matières diverses ayant subi les différents types de vérifications dont nous avons parlé.

D. D'ARMAUVAL

LÉGISLATION

LOI DU 15 JUILLET 1905

relative à la composition des bureaux de jugement et à l'organisation de la juridiction d'appel des conseils de prud'hommes.

Ainsi que l'indique son titre, la loi du 15 juillet 1905 modifie sur plusieurs points la législation relative aux conseils de prud'hommes.

Ces modifications doivent être classées et étudiées en trois parties distinctes : composition des bureaux de jugement, compétence des conseils de prud'hommes, organisation de la juridiction d'appel.

I. COMPOSITION DES BUREAUX DE JUGEMENT. — On sait que les conseils de prud'hommes, dont la juridiction est spéciale aux fabricants et aux ouvriers, en ce qui concerne les différends relatifs à leur métier, sont divisés en deux bureaux, l'un appelé *bureau particulier* ou *de conciliation*, qui est exclusivement destiné aux conciliations, et l'autre appelé *bureau général* ou *de jugement*, auquel il appartient de solutionner judiciairement les contestations qui n'ont pas pu être conciliées.

Le bureau de jugement se compose d'un nombre toujours égal de prud'hommes patrons et de prud'hommes ouvriers, y compris le président ou le vice-président siégeant alternativement. Ce nombre est au moins de deux patrons et de deux ouvriers, quel que soit le nombre des membres qui composent le conseil. A défaut du président ou du vice-président, la présidence appartient au conseiller le plus ancien en fonctions; s'il y a égalité dans la durée des fonctions, c'est le conseiller le plus âgé qui préside.

Exceptionnellement, le bureau de jugement peut valablement délibérer, un nombre de membres pair et au moins égal à quatre étant présents, alors même qu'il ne serait pas formé d'un nombre égal d'ouvriers et de patrons. Il en est ainsi dans les cas prévus par la loi du 11 décembre 1884, c'est-à-dire lorsque, après deux épreuves électorales, on constate l'abstention collective, soit des patrons, soit des ouvriers, ou si les électeurs portent leurs suffrages sur des candidats notoirement inéligibles, ou si les candidats élus par les patrons ou les ouvriers refusent d'accepter le mandat, ou encore si les membres élus s'abstiennent systématiquement de siéger. Dans ces circonstances, et pour assurer le fonctionnement du conseil, les prud'hommes régulièrement élus, acceptant le mandat et se rendant aux convocations, peuvent valablement procéder tant aux conciliations qu'aux jugements, bien que le conseil ne comprenne pas un nombre égal d'ouvriers et de patrons.

En tout cela, la loi nouvelle ne fait guère que confirmer la législation antérieure; mais elle innove en ce qu'elle ajoute que les délibérations du bureau de jugement sont prises à la majorité absolue des membres présents, et qu'en cas de partage, l'affaire est renvoyée dans le plus bref délai à une audience ultérieure de ce bureau, qui est alors présidé par un juge de paix de la circonscription ou son suppléant.

Ce juge de paix est ainsi constitué tiers-arbitre, chargé de départager les conseillers prud'hommes, en se prononçant dans un sens ou dans l'autre sur la solution à donner à la contestation qui les divise.

Jusqu'à ce jour, il en était autrement, car c'était le président du bureau qui avait voix prépondérante en cas de partage. Et, comme le président était alternativement un ouvrier ou un patron, et que cette alternance était connue à l'avance, il arrivait que les demandeurs, selon qu'ils étaient ouvriers ou patrons, assignaient pour le jour où le président du bureau devait être un ouvrier ou un patron, dans l'espérance que la prépondérance de sa voix serait un gage de succès en cas de partage.

Il en résultait qu'en fait il y avait les audiences des ouvriers et puis les audiences des patrons.

Cette organisation était manifestement vicieuse, de l'aveu de tous. Il était regrettable, au plus haut degré, qu'un justiciable pût ainsi choisir son tribunal et attendre pour solliciter une solution de justice qu'elle fût rendue par ceux qui, en majorité, étaient ses élus et qu'il s'était habitué à considérer comme ses défenseurs plutôt que comme des juges.

Cette justice « distributive » n'existe plus aujourd'hui.

La loi dit aussi que les séances du bureau de jugement sont publiques, mais que, si les débats sont de nature à produire du scandale, le conseil peut ordonner le huis clos, le prononcé du jugement devant toujours avoir lieu en audience publique.

II. COMPÉTENCE DES CONSEILS DE PRUD'HOMMES. — Tandis que la loi du 1^{er} juin 1853 avait fixé à 200 francs en capital la compétence en dernier ressort des conseils de prud'hommes, la loi nouvelle déclare définitifs et sans appel les jugements rendus sur des demandes n'excédant pas 300 francs.

Cette augmentation du taux du dernier ressort a paru suffisante, parce que les litiges inférieurs à 300 francs représentent la très grande majorité des procès soumis aux prud'hommes. D'ailleurs, c'est à cette

même somme de 300 francs qu'une loi récente vient de porter la compétence en dernier ressort des juges de paix.

Lorsque la demande principale est compliquée, de la part du défendeur, d'une demande reconventionnelle ou en compensation, le conseil prononce sur toutes les demandes sans qu'il y ait lieu à appel, si chacune d'elles rentre dans les limites de sa compétence en dernier ressort. Mais, si l'une de ces demandes n'est susceptible d'être jugée qu'à charge d'appel, le conseil ne doit prononcer sur toutes qu'en premier ressort.

Néanmoins, la loi dispose que le conseil statuera en dernier ressort si, seule, la demande reconventionnelle en dommages-intérêts, fondée exclusivement sur la demande principale, dépasse sa compétence en premier ressort. Il s'agit là de ces demandes reconventionnelles qui n'invoquent qu'à titre de prétexte le préjudice ou le dérangement occasionnés par la demande principale, et qu'on imaginait d'une manière en quelque sorte automatique, dans le but unique de se réserver la faculté d'interjeter appel de la demande principale elle-même. Les ouvriers, notamment, se plaignaient de ce que les patrons paraissent abuser de ce moyen pour porter toutes contestations en appel devant le tribunal de commerce, où ils trouvaient, disait-on, des juges exclusivement patrons et plus favorables.

Il est vrai que l'innovation de la loi ne touche pas aux demandes reconventionnelles qui, ne procédant pas uniquement de la demande principale, seraient justifiées par des faits distincts, dont le défendeur entend faire reconventionnellement état contre le demandeur principal. Si ces demandes dépassent le taux du dernier ressort, elles ne cessent pas d'être susceptibles d'appel et d'attirer devant la juridiction supérieure la demande principale elle-même, quel que soit son chiffre. Mais l'inconvénient ne peut pas être réputé aussi grave, d'abord parce que la demande reconventionnelle n'est pas recevable comme telle si elle ne se rattache pas à l'action principale par un lien précis, parce qu'elle peut aussi entraîner contre celui qui l'exerce une condamnation à des dommages-intérêts au cas où elle apparaîtrait abusive et frustratoire, et surtout, parce que, ainsi qu'on va le voir, l'appel des décisions des conseils de prud'hommes n'est plus porté devant les tribunaux de commerce.

Au surplus, et pour réduire les abus qui seraient encore possibles à cet égard, la loi dit que les jugements susceptibles d'appel peuvent être déclarés exécutoires par provision, avec dispense de caution, jusqu'à concurrence du quart de la somme, sans que ce quart puisse dépasser 100 francs. Pour l'excédent, l'exécution provisoire peut également être ordonnée, mais à la charge par le demandeur de fournir caution.

III. ORGANISATION DE LA JURIDICTION D'APPEL. — Quand les jugements des conseils de prud'hommes sont susceptibles d'appel, c'est-à-dire lorsque la demande est supérieure à 300 francs, la nouvelle loi donne au tribunal civil la connaissance des appels de ces jugements, qui appartenait jusqu'à présent au tribunal de commerce.

Cette réforme était instamment réclamée par les justiciables ouvriers, auxquels il ne paraissait pas rationnel que les jugements rendus par un conseil de prud'hommes, qui est un tribunal composé des deux éléments patronal et ouvrier, fussent soumis à la censure d'une juridiction d'appel qui, comme le tribunal de commerce, n'est composée que de patrons.

On avait proposé de constituer un tribunal d'appel comprenant des représentants de la classe ouvrière et des représentants de la classe patronale, délibérant et jugeant ensemble en appel, comme ils l'ont déjà en première instance.

Mais on n'a pas pu se mettre d'accord à cet égard, et on a finalement décidé de confier l'appel des jugements des prud'hommes aux tribunaux civils, composés de juges de carrière, plus particulièrement qualifiés, par cela même, pour remplir cette fonction d'arbitres supérieurs, s'élevant au-dessus des passions et des conflits que suscite l'exécution du contrat de travail.

En même temps, pour éviter que l'attribution des appels des conseils de prud'hommes aux tribunaux civils n'exposât les intéressés à l'encombrement de la plupart de ces tribunaux et aux retards qu'y subissent en général les procès, le législateur a complété cette innovation par de nombreuses simplifications de procédure.

Le délai d'appel est de dix jours seulement, à compter de la signification du jugement, avec cette réserve que, pour garantir le plaideur contre l'irritation de la première heure, qui pourrait l'amener à faire un appel téméraire, l'appel n'est pas recevable avant que trois jours se soient écoulés depuis la prononciation du jugement, à moins que ce jugement ne soit susceptible d'exécution provisoire.

Au surplus, cet appel est instruit et jugé comme en matière commerciale, c'est-à-dire sans assistance obligatoire d'un avoué. Et, si les parties estiment qu'elles doivent se faire représenter ou assister par un avocat ou un avoué, ceux-ci sont dispensés de présenter une procuration.

Les parties peuvent aussi se faire représenter par un ouvrier ou un patron exerçant la même profession. Les chefs d'industrie peu-

vent se faire représenter par le directeur-gérant de leur établissement ou par un employé. Il suffit, dans tous les cas, d'un pouvoir sur papier libre, qui peut être donné au bas de l'original ou de la copie de l'assignation.

D'autre part, il est dit que le tribunal civil devra statuer dans les trois mois à partir de l'acte d'appel.

Le pourvoi en cassation est admis, selon le droit commun, tant contre les jugements rendus en dernier ressort par les conseils de prud'hommes que contre les jugements des tribunaux civils ayant statué sur appel. Toutefois, ces pourvois bénéficient d'une grande abréviation des délais et d'une procédure très simplifiée.

Enfin, la loi du 15 juillet 1905 dispose que les conseils de prud'hommes sont dans les attributions et sous la surveillance du Ministère de la Justice, et que les règles qui ont trait à la discipline des tribunaux et des magistrats sont applicables aux conseils de prud'hommes et à leurs membres.

Antérieurement, les prud'hommes relevaient, au point de vue disciplinaire, du Ministère du Commerce et de l'Industrie.

LOUIS RACHOU,
Docteur en droit,
Avocat à la Cour d'appel de Paris.

VARIÉTÉS

Rôle des coagulants dans la clarification, la purification et la correction des eaux.

Dans un mémoire présenté à l'American Chemical Society⁽¹⁾, M. J. W. Ellms étudie l'influence que jouent les coagulants dans le traitement des eaux destinées à l'alimentation ou aux usages industriels. Il explique par la chimie physique le rôle joué par ces coagulants. On sait que certaines eaux naturelles semblent rester indéfiniment troubles malgré la longue durée du repos auquel on les soumet. Le fait se produit d'autant mieux, comme le prouve l'explication qui en est donnée plus loin, que l'eau est chimiquement plus pure; ce qui conduit à faire rejeter pour l'alimentation les eaux qui précisément conviendraient le mieux à cet usage et qui n'ont qu'un seul défaut : celui d'être troubles.

L'état de trouble est dû à la présence de silice et d'argile colloïdales, lesquelles forment des solutions dites vraiment colloïdales (par opposition aux solutions qui sont dites colloïdales ordinaires) parce qu'elles ne sont pas coagulables. Ces substances existent cependant en suspension dans l'eau; elles y sont sous forme de particules solides très petites, invisibles au microscope, sans doute, mais de dimensions finies; on le prouve facilement en faisant traverser ces eaux par un rayon lumineux : dans toute la partie du liquide traversé, ce rayon s'éclaire comme dans une atmosphère poussiéreuse.

L'expérience montre que pour précipiter ces substances, il suffit de faire traverser les dissolutions par un courant électrique; la clarification se propage de la cathode à l'anode, avec une vitesse de 3 millimètres par heure et par volt, dans un tube en U ordinaire. Il semble que la substance colloïdale soit chargée d'électricité négative et qu'elle ne puisse se transporter que si l'eau est rendue conductrice. En pratique, il suffit de rendre l'eau conductrice pour produire ce transport de matière; on arrive très simplement à ce résultat en y introduisant un électrolyte soluble quelconque, sel, acide ou base, facilement dissociable en ses ions. La durée de la clarification dépend alors de la nature de l'électrolyte et de sa concentration. Ceci explique pourquoi les eaux les plus troubles se clarifient si vite à l'embouchure des fleuves, le sel marin étant un excellent électrolyte.

En fait, pour hâter la clarification, on s'adresse de préférence à un sel facilement décomposé par l'eau non seulement en ions, mais aussi en donnant un corps qui est lui-même insoluble et dont la précipitation entraîne plus rapidement, par l'action de masse, la précipitation du colloïde.

C'est ce qu'on fait depuis quelques années aux États-Unis, et notamment à Saint-Louis, pour la purification en grand des eaux destinées à l'alimentation des villes⁽²⁾. On ajoute aux eaux une dissolution de sulfate d'alumine, ou un mélange d'une dissolution de sulfate ferreux et d'eau de chaux. Depuis quelque temps même, on n'emploie plus guère le sulfate d'alumine seul, on y ajoute presque toujours de la chaux. Quel que soit le sulfate employé, qu'il y ait addition de chaux ou non, le principe de la méthode est le même.

L'hydrate d'alumine ou de fer, insoluble, provenant de la dissociation de ces sels par l'eau ou de leur précipitation par la chaux, forme d'abord un coagulum qui a tendance à précipiter spontanément; en

⁽¹⁾ Reproduit dans l'Engineering Record, du 13 mai.

⁽²⁾ Voir le Génie Civil, t. XLVI, n° 6, p. 95; n° 7, p. 112, et n° 24, p. 349.

se déposant, il entraîne les colloïdes et les matières en suspension. L'eau néanmoins reste trouble si elle n'est pas mise au repos pendant un temps suffisant; aussi, pour économiser le temps et la place, n'attend-on pas qu'elle se soit clarifiée spontanément; après quelques heures de repos dans des bassins de décantation, on envoie la partie surnageante sur des lits de sable à filtration rapide; elle en sort claire presque immédiatement. Ces filtres semblent donc agir d'une façon purement mécanique et non pas après mûrissement comme ceux à filtration lente. Il faut remarquer, en effet, que cette clarification n'eût pas été obtenue, si l'on n'avait pas employé le coagulant quelle qu'eût été d'ailleurs la finesse des éléments filtrants.

Le procédé est simple et économique; il ne nécessite qu'un emplacement relativement réduit; il est à très grand débit et ne consomme qu'une quantité extrêmement faible de réactifs; ce qui en reste dans l'eau est d'ailleurs également insignifiant et ne peut avoir aucun effet nuisible sur la santé. Ajoutons que ce procédé n'est pas nouveau: il était pratiqué d'une façon occulte, il y a plusieurs milliers d'années, par les prêtres de l'ancienne Égypte pour clarifier les eaux limoneuses du Nil. Il leur suffisait de plonger dans les récipients pleins d'eau une baguette magique et de la laisser reposer. La baguette portait, enchâssé à son extrémité, un gros cristal d'alun (sulfate double d'alumine et de potasse), peu soluble il est vrai, mais juste assez pour introduire les électrolytes et l'alumine nécessaires à la précipitation.

Le coagulant produit une triple précipitation:

1° Précipitation des substances colloïdales telles que la silice et l'argile qui la rendraient indéfiniment trouble;

2° Précipitation des matières inorganiques retenues mécaniquement en suspension. Ces matières de dimensions finies, et visibles au microscope, précipiteraient spontanément, mais beaucoup plus lentement, si on n'employait pas le coagulant;

3° Précipitation des microbes figurés, pathogènes ou non, qui se trouvent emprisonnés dans le coagulum et sont entraînés mécaniquement avec lui.

Il y a donc non seulement clarification, mais aussi purification au point de vue bactériologique, et c'est surtout à ce point de vue que le procédé américain est intéressant. Si l'opération est bien conduite, ce qui est très facile à réaliser, la stérilisation peut être considérée comme pratiquement suffisante. Elle est meilleure encore si on complète la coagulation par une filtration sur sable, ce qui est le cas général dans l'application. Vingt minutes après l'arrivée de l'eau, le filtrat sort clair et stérilisé; de plus, les éléments du filtre étant de grosses dimensions celui-ci a un débit énorme. Son nettoyage se fait toutes les vingt-quatre heures. Tous ces résultats n'eussent point été obtenus avec un pareil filtre si le coagulant n'avait pas été ajouté.

Il est très probable d'ailleurs que la stérilisation par filtration lente, sur des couches de sable fin, procède des mêmes causes que le procédé par coagulation. La période de mûrissement de ces filtres correspond simplement à celle de la formation naturelle, mais lente, d'un coagulum à la partie supérieure des lits filtrants. On a reconnu en effet que la *schmutzdecke*, ou membrane biologique, est la partie vraiment active de ces filtres. Il est possible que, même dans le procédé par coagulation, lors de la filtration, il y ait formation d'une semblable couche; seulement, comme ses éléments sont apportés tout faits par l'eau, la période de mûrissement ne dure que quelques minutes. On voit par là, qu'au total, l'encrassement des filtres par ce procédé est moindre puisque la majeure partie du coagulum est restée dans les bassins de décantation, et qu'il n'y a pas prolifération abondante des bactéries dans la couche active, venant dans la suite augmenter son imperméabilité et diminuer le débit.

La coagulation joue aussi un rôle important dans l'épuration chimique des eaux dures. Dans l'impossibilité où l'on est de réaliser les conditions dans lesquelles les sels à précipiter sont les plus insolubles (comme par exemple un excès de réactif qui rendrait les réactions complètes mais introduirait des sels nouveaux dans l'eau et pourrait d'ailleurs conduire à une dépense exagérée), on est obligé de rechercher un compromis donnant à la fois une épuration sinon complète, du moins satisfaisante, et un minimum de dépenses et de manipulations. Dans ces conditions, les sels qui doivent précipiter et qui ne sont jamais totalement insolubles, se comportent comme des solutions colloïdales: d'abord, ces solutions peuvent rester sursaturées, comme l'a montré Ostwald, puis, après que la sursaturation a cessé et que la précipitation s'est produite, elles peuvent rester troubles pendant très longtemps sans former aucun dépôt appréciable et sans qu'il soit possible de les clarifier par filtration.

On s'explique alors certaines pratiques, comme celle qui consiste à laisser le précipité provenant d'une opération précédente en contact avec l'eau qui doit précipiter, après l'avoir agité avec celle-ci; on s'explique aussi pourquoi l'on doit souvent faire appel à toutes les causes qui, comme la chaleur ou l'agitation, favorisent la coagulation; ce sont ces mêmes causes qui favorisent la formation, le rassemblement et le dépôt du précipité.

E. L.

Séparation magnétique des riblons de fer.

Les séparateurs magnétiques imaginés par M. Buchanan servent à l'enrichissement des minerais de fer à faible teneur ou à la séparation des riblons de fer d'avec les déchets d'autres métaux. Le principe de ces différents appareils est le même; nous ne décrirons que le plus récent, d'après l'*Iron Age*, du 22 juin.

Dans la plupart des séparateurs magnétiques en usage, les lignes de force sont irrégulièrement réparties dans le champ produit par les aimants. Les attractions, puissantes en certains points de la surface du tambour, sont très faibles en d'autres régions; il est, par suite, très difficile de régler l'appareil lorsqu'on veut séparer des riblons de dimensions variables ou traiter des minerais dont les grains ont une grosseur très irrégulière. La caractéristique des séparateurs Buchanan réside dans la disposition des électro-aimants qui produisent un champ magnétique uniforme dans toute la zone active couvrant environ la moitié de la surface du tambour.

Le courant d'excitation des bobines est produit par une petite dynamo; sur le circuit sont installés: un commutateur bi-polaire, un coupe-circuit, et un rhéostat permettant de régler l'intensité du champ magnétique et de l'adapter instantanément à la nature des produits à traiter. Les armatures des électros, fabriquées avec des aciers Martin spéciaux, sont sectionnées pour faciliter les réparations et diminuer les frais d'entretien.

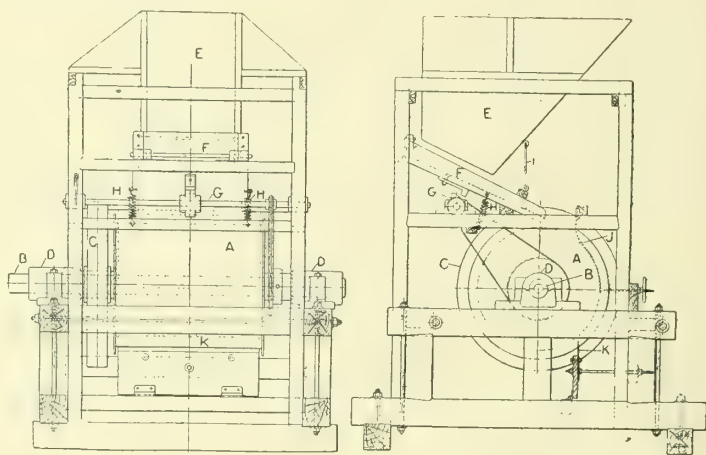


Fig. 1 et 2. — Vue en bout et élévation du séparateur magnétique Buchanan.

Les figures 1 et 2 reproduisent deux vues du nouveau modèle des appareils construits pour la séparation des riblons de fer des déchets des autres métaux provenant des ateliers de construction. A est le tambour tournant entraîné par la poulie C; les fils conduisant le courant aux bobines arrivent par l'intérieur de l'arbre creux B. La trémie de chargement E déverse le mélange à séparer sur une tablette inclinée à secousses F. Les vibrations de cette tablette sont obtenues au moyen d'un heurtoir et d'un arbre à cames G, mis en mouvement par une chaîne et une roue à noix montée sur un des disques du tambour. Les ressorts à boudin H accélèrent la descente de la tablette F, qui vient frapper sur des butoirs en caoutchouc ou en cuir. Le crochet I permet de relever le tablier F quand on veut cesser le déversement.

Le bouclier en cuivre J empêche les produits d'être écartés du tambour par l'effet de la force centrifuge, et oblige la séparation de se produire à peu de distance de la surface de ce tambour, condition favorable lorsqu'on doit traiter des produits faiblement magnétiques. La porte à charnières K, dont la position peut être réglée, sert à séparer les produits magnétiques de ceux qui ne le sont pas, et à empêcher le mélange de se reformer.

Ces appareils sont construits sur deux modèles, dont les tambours ont respectivement 355 et 460 millimètres de diamètre, la longueur des tambours du premier modèle variant de 150 à 460 millimètres, et celle du second de 200 à 600 millimètres. Les appareils destinés à l'enrichissement des minerais de fer sont plus puissants; ils sont construits pour un traitement journalier de 50 à 500 tonnes.

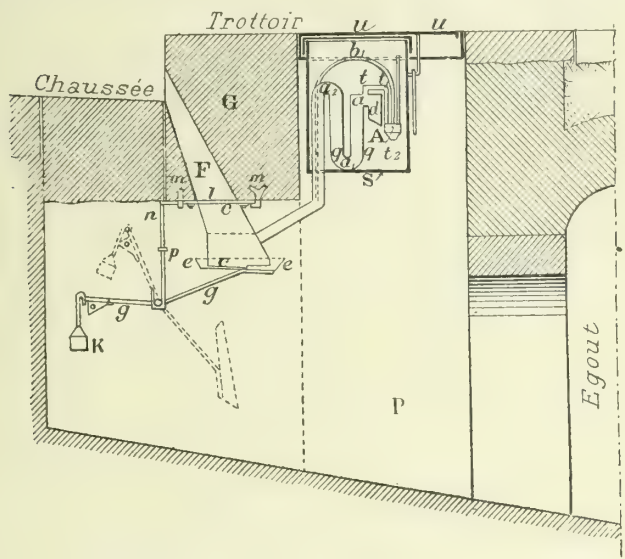
Bouche d'égout étanche à fermeture automatique.

Pour éviter le dégagement si désagréable des mauvaises odeurs par les bouches d'égout placées sur la voie publique, M. Raffaele Somma a imaginé un appareil très simple qui a été expérimenté avec succès en Italie, et dont la figure ci-jointe, empruntée au *Monitore Tecnico*, du 10 juillet, donne une coupe transversale.

L'ensemble se compose de deux parties bien distinctes: la fermeture mécanique et le siphon de nettoyage.

Fermeture mécanique. — La bouche d'égout F est prolongée par un récipient métallique sans fond *c*, fixé à un châssis en fer *l* scellé au plomb sur la face inférieure de la bordure de trottoir G.

La base inférieure du récipient *c* est obturée par une cuvette mobile *e* sur le fond de laquelle est rivé le prolongement d'une des branches du levier *g*; l'extrémité de l'autre branche de ce levier



Coupe transversale d'un égout muni du basculeur étanche à fermeture automatique.

porte un contrepoids convenablement calculé K. Ce levier tourne autour d'un axe qui est muni d'embases en bronze à ses extrémités; ces embases reposent sur des coussinets demi-cylindriques également en bronze enchâssés à force dans la partie recourbée des tiges de support *n*. Les tiges *n* sont boulonnées sur une portée spécialement ménagée sur le châssis *l*; tout l'appareil est donc fixé à ce châssis et peut se démonter facilement pour les réparations. Les embases et les coussinets ont été construits en bronze pour les préserver de l'oxydation qui se produirait assez rapidement dans l'atmosphère éminemment corrosive des égouts et qui nuirait au bon fonctionnement du levier à contrepoids.

Le fonctionnement de cette fermeture est très simple : l'eau de la bouche d'égout arrive dans la cuvette *e*, et monte jusqu'à un certain niveau pour lequel se produit le mouvement de bascule. Le contenu de la cuvette se déverse alors dans l'égout. Instantanément, le contrepoids ramène la cuvette dans sa position primitive et l'applique contre les bords du réservoir sans fond *c*.

Siphon de nettoyage. — Récemment on a adjoint à cette fermeture un siphon de nettoyage qui constitue la partie la plus caractéristique de l'appareil.

Une des extrémités du siphon aa_1a_2 s'ouvre dans le réservoir en fonte S; l'autre extrémité débouche librement au-dessus de la cuvette *e*. A la partie supérieure du coude *a* est insérée une des extrémités du tube tt_1t_2 dont l'autre arrive sur le fond supérieur d'une petite boîte cylindro-conique A. Sur le fond supérieur de cette boîte sont également adaptés : un tube droit et un petit siphon b_1 dont l'orifice libre débouche en P. Le diamètre de ce siphon est un peu plus grand que celui d'un trou percé sur la partie supérieure de la boîte A. Le réservoir S est muni d'un couvercle à joint hydraulique; le tout est fixé à un cadre en fonte, supportant une plaque de regard *u*, enchâssée dans le trottoir.

Pour nettoyer la cuvette *e*, il suffit d'amorcer le siphon aa_1a_2 de la manière suivante : au moyen d'un robinet à clef, placé sous la plaque de regard, on fait arriver l'eau dans le réservoir S; elle s'élève lentement, atteint d'abord l'orifice du siphon aa_1a_2 puis le niveau *d*. Le liquide emplit la première branche et se déverse dans le coude a_1 , lorsqu'il arrive au niveau *g*, l'air enfermé dans la portion aa_1 ne peut plus s'échapper et commence à se comprimer légèrement. En continuant l'alimentation, l'eau s'élève au même niveau dans le réservoir S, dans le tube droit et dans la branche droite du petit siphon b_1 . Une certaine quantité d'eau passe graduellement dans les branches aa_1 et a_1a_2 du grand siphon; l'air qui se comprime dans la branche aa_1 empêche l'eau de s'élever au-dessus du niveau *d* dans la branche droite du tube tt_1t_2 .

La section du grand siphon aa_1a_2 et le débit du robinet d'alimentation sont calculés de telle façon que l'eau est encore un peu au-dessous du coude a_2 dans la branche a_1a_2 quand elle atteint le niveau b_1 dans le petit siphon. A ce moment, le petit siphon est amorcé, sa section étant plus grande que celle de l'orifice d'arrivée d'eau dans la boîte A, il vide rapidement cette boîte et la partie t_1t_2 du tube branché sur le coude *a* du grand siphon. L'air qui était légèrement comprimé

dans la branche aa_1 passe dans le tube tt_1t_2 et s'échappe dans l'atmosphère par le tube droit; l'eau arrive alors librement dans le grand siphon qui s'amorce et vide rapidement dans la cuvette *e* tout le contenu du réservoir S.

La chasse produite expulse dans la partie P tous les débris qui auraient pu s'accumuler dans la cuvette. En effectuant périodiquement ces nettoyages, on assure la propreté de la cuvette et une bonne étanchéité.

Lanterne pour la projection des objets opaques.

Les lanternes de projection ordinaires ne permettent pas d'obtenir directement sur l'écran l'image des objets que l'on se propose de montrer; il est nécessaire de passer par l'intermédiaire d'un cliché photographique et de là résulte l'impossibilité de rendre deux caractères importants : la couleur et le mouvement.

Dans un grand nombre de cas, il serait utile de pouvoir employer les objets eux-mêmes pour produire l'image agrandie que l'on veut placer sous les yeux d'un auditoire.

Sans parler des circonstances où cette condition est absolument indispensable (réactions chimiques, préparations histologiques, etc.), n'arrive-t-il pas souvent qu'un conférencier renonce à projeter des dessins intéressants, puisés dans diverses publications, pour éviter de recourir au photographe ou d'exécuter lui-même l'indispensable cliché?

La figure 1, extraite du *Scientific American*, du 17 juin, indique le principe optique d'un appareil en usage aux États-Unis et qui répond à ces desiderata.

En *a* se trouve une source lumineuse intense (arc électrique à charbons inclinés pour l'utilisation optima du cratère lumineux) qui

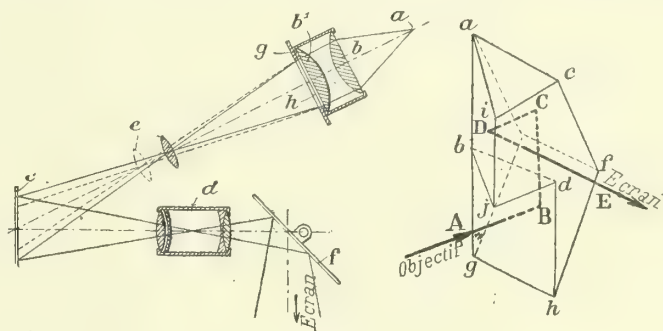


FIG. 1. — Appareil pour la projection des objets opaques.

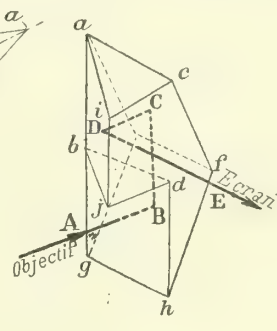


FIG. 2. — Redresseur formé de prismes à réflexion totale.

projette ses rayons à travers un condensateur à deux lentilles bb_1 , analogue à ceux dont sont munis toutes les lanternes à projection. A sa sortie du condensateur le faisceau lumineux est diaphragmé en gh et, après avoir traversé la lentille auxiliaire *e*, vient frapper le plan *c* dans lequel se place l'objet. Le diaphragme gh et la lentille *e* servent à répartir convenablement la lumière sur ce dernier. S'agit-il, par exemple, d'obtenir une vue d'ensemble : on étale la lumière sur l'objet *c* en rapprochant la lentille du condensateur. Est-il utile, au contraire, d'éclairer plus vivement certains détails : un déplacement inverse permet d'y concentrer la lumière.

L'image de l'objet soumis à cet éclairage intensif est obtenue à l'aide d'un objectif à projection ordinaire *d*. Ce dernier est suivi d'un miroir *f* qui renvoie la lumière sur l'écran et retourne en même temps l'image inversée par l'objectif.

Le plan de la figure étant supposé horizontal, on voit que pour projeter un dessin, il convient de placer celui-ci verticalement dans le plan *c* et la tête en bas. L'emploi de l'objectif supposé seul donnerait alors sur l'écran une image redressée dont les bords gauche et droit seraient permutés comme cela a lieu pour l'image d'un objet quelconque vue dans un miroir plan. La glace *f* a précisément pour but le retournement de l'image afin de rendre lisibles s'il y a lieu les légendes qui l'accompagnent.

Il est évident que le miroir *f* seul ne saurait fournir le redressement de l'image; s'il était indispensable de redresser la projection d'objets que leur nature ne permet pas de renverser, on pourrait y parvenir en plaçant en avant de l'objectif une combinaison de prismes à réflexion totale, analogue à celle qu'a indiquée Porro et qui est aujourd'hui presque universellement employée dans la construction des jumelles (1).

Le schéma de la figure 2 indique la marche des rayons dans un appareil redresseur de ce genre, formé par deux prismes à réflexion totale $fcagh$ et $ibcd$ collés suivant la face $abcd$. Le faisceau lumineux y suit le trajet ABCDE.

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XLVII, n° 14, p. 233.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences

Séance du 14 août 1905.

Astronomie physique. — *Étude de l'atmosphère solaire autour des taches.* Note de M. H. DESLANDRES

M. Deslandres montre d'abord le grand intérêt qui s'attache aux recherches solaires, lequel est accru à l'heure actuelle par l'abondance des taches et par la proximité d'une éclipse totale du soleil, ainsi que par l'application des méthodes nouvelles assurant la reconnaissance journalière de la chromosphère solaire et de ses vapeurs, non seulement au bord solaire extérieur, comme dans les éclipses, mais dans la partie, beaucoup plus étendue, qui est à l'intérieur du bord, projetée sur le disque lui-même. Ces méthodes donnent, dans la demi-sphère entière tournée vers la terre, l'image et les détails de chaque vapeur solaire qui offre une raie d'émission ou d'absorption. La lumière de la raie brillante ou noire est isolée complètement ou dégagée nettement des radiations voisines par des spectrohéliographes et donne un résultat fort utile sur l'état de la vapeur. La méthode décèle même les couches successives d'une même vapeur, lorsque ces couches se distinguent par des largeurs différentes de la même raie.

Pour la reconnaissance des mouvements et des phénomènes généraux de l'atmosphère solaire, les raies larges et surtout les raies à renversement simple et double sont les plus avantageuses, car elles donnent immédiatement l'état des choses dans plusieurs couches superposées de l'atmosphère. Aussi, l'auteur s'est-il adressé, pour faire ses observations, aux raies H et K attribuées au calcium ; ce sont les plus larges du spectre solaire et celles qui offrent le double renversement le plus net.

Des faits exposés, on peut conclure que les chromosphères basse et moyenne manquent au-dessus du noyau dans les taches, ce qui est confirmé par les images des formes, qui montrent une échancrure de la chromosphère lors du passage au bord de fortes taches. Dans la pénombre, elles réapparaissent progressivement. Dans la zone moyenne, la chromosphère moyenne est intense et la chromosphère supérieure peu épaisse ; cette zone est d'ailleurs le siège de mouvements tourbillonnaires analogues à ceux des cyclones terrestres et de même sens qu'eux ; cette région doit être le siège des protubérances dites éruptives.

La zone extérieure est caractérisée par une augmentation d'épaisseur de la chromosphère supérieure, augmentation qui, parfois, est considérable. Les mouvements des vapeurs sont très réduits. Cette zone est celle des protubérances quiescentes qui forment dans l'atmosphère une sorte de saillie dessinant une courbe fermée autour de la tache. Le passage d'une zone à la voisine se fait graduellement, et la largeur de chaque zone est variable autour de la tache.

Il semble que la matière chromosphérique, rejetée des couches basse et moyenne du noyau, soit reportée dans la zone extérieure et dans la couche supérieure par des forces analogues à celles qui donnent dans notre atmosphère les cyclones et les anticyclones.

Ces remarques sont favorables à l'hypothèse que faisait Faye pour expliquer les taches.

Bactériologie. — *Sur l'anémie infectieuse du cheval.* Note de MM. H. CARRÉ et H. VALLÉE, présentée par M. E. Roux.

Cette maladie, qui est infailliblement mortelle, et qui sévit dans l'est de la France et en Alsace-Lorraine, à certaines époques de l'année sous une forme épidémique très alarmante, est considérée à juste titre comme un véritable fléau par les populations agricoles des régions infectées. Il importait donc de déterminer les conditions de son apparition, celles de son extension et d'établir les règles d'une prophylaxie efficace si vivement réclamées par les intéressés.

Cette partie des recherches de MM. Carré et Vallée forme l'objet de la présente note.

Les auteurs, qui ont établi la nature infectieuse de l'anémie du cheval, son inoculabilité, ses caractères cliniques essentiels et quelques-unes des propriétés du virus de cette affection, notamment celle qu'il possède de traverser des filtres même très peu poreux (bougies de Chamberland), montrent que les déjections des malades constituent les véhicules

ordinaires du virus et que les voies digestives sont la porte d'entrée accoutumée de celui-ci.

Les constatations expérimentales éclairent les observations faites dans les régions infectées où, partout, les fumiers et les fosses à purin voisinent avec les puits et les citernes d'alimentation. Là où la promiscuité est plus grande, la contagion est plus rapide et plus meurtrière.

Les conditions de résistance du virus expliquent aussi le rôle pathogène de l'eau. Abandonné pendant six mois à une température inférieure à 0 degré, le virus ne perd rien de ses qualités. Il conserve encore toute sa virulence après un séjour d'un mois à la température du laboratoire ; le chauffage à 100 degrés assure sa destruction.

Ces diverses constatations conduisent à formuler les règles prophylactiques suivantes :

1° Isoler, ou mieux sacrifier, les malades, ou tout au moins récolter et désinfecter leurs déjections liquides et solides ;

2° Ne donner comme boisson, en milieu infecté, aux sujets indemnes, que des eaux de source ou de l'eau bouillie ;

3° Ne jamais prendre livraison d'un cheval provenant d'une région suspecte, ou tout au moins ne jamais l'introduire dans un effectif indemne, sans s'être assuré au préalable que ses urines ne sont point albumineuses.

Chimie. — *Sur les gaz produits par l'actinium.* Note de M. A. DEBIERNE, présentée par M. P. Curie.

On sait que les solutions des sels de radium dégagent d'une manière continue du mélange tonnant $H^2 + O$ résultant de la décomposition de l'eau, sous l'influence du radium. MM. Ramsay et Soddy ont montré que ce mélange contenait également une très petite quantité d'hélium, et l'on admet aujourd'hui que cet hélium résulte de la désagrégation de l'atome de radium.

M. Debiérne a fait un grand nombre d'expériences avec une solution de bromure de radium et avec les sels d'actinium en solution ou à l'état solide et a constaté la formation de l'hélium aussi bien avec les sels d'actinium qu'avec ceux de radium.

Le dispositif expérimental qu'il a utilisé est peu différent de celui employé par MM. Ramsay et Soddy. Le mélange gazeux est introduit dans un tube de verre contenant les substances qui absorbent tous les gaz susceptibles de réagir chimiquement : cuivre chauffé pour l'oxygène, oxyde de cuivre chauffé et anhydride phosphorique pour l'hydrogène, lithium pour l'azote. L'oxyde de cuivre transforme en même temps les gaz carbonés en CO^2 absorbé ensuite par la potasse ; les autres gaz chlorés et sulfurés sont également absorbés dans ces conditions, et il ne reste que ceux de la famille de l'argon qui sont comprimés dans un petit tube capillaire de 2 millimètres cubes de capacité, muni de deux électrodes de platine.

Le spectre du gaz a été observé dans un spectroscopie assez dispersif, à vision directe, avec lequel des mesures de longueurs d'onde sont obtenues avec une erreur d'une ou deux unités sur le quatrième chiffre significatif, et l'on a pu obtenir des photographies du même spectre sur lesquelles les longueurs d'onde peuvent être mesurées avec une erreur d'environ une unité du cinquième chiffre significatif.

La solution actinique dégage d'une manière continue du mélange $H^2 + O$ en assez grande quantité, et à activité égale en quantité comparable à celle donnée par le radium. Ce mélange, traité de la même manière que celui provenant du radium, a donné des tubes présentant également le spectre de l'hélium. Le même résultat a été encore obtenu avec une solution de laquelle on avait cherché spécialement à éliminer le radium, en ajoutant du chlorure de baryum et en séparant ensuite le baryum de manière à entraîner le radium. D'ailleurs ce baryum ne contenait pas sensiblement de radium. Enfin on a pu également constater la formation de l'hélium avec les fluorures desséchés. La quantité d'hélium dégagée dans tous les cas paraît comparable à celle observée avec le radium pour la même activité.

Le gaz hélium qui a été obtenu dans les expériences précédentes résulte bien de la présence des corps radioactifs. De nombreuses expériences de contrôle ont été faites, dans les mêmes conditions, avec d'autres gaz, particulièrement avec le mélange tonnant provenant de l'électrolyse de l'eau ; on n'a jamais constaté la présence de l'hélium.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

AUTOMOBILES

La direction par essieu brisé dans les automobiles. — Le *Génie Civil* (1) a publié, à ce sujet, une étude complète, où M. Carlo Bourlet a fait ressortir l'impossibilité d'arriver à une solution rigoureuse si l'on s'astreint à n'employer qu'une transmission par bielles.

Dans l'*American Machinist*, du 24 juin, M. Herbert L. TOWLE étudie la même question, en se limitant à la direction par bielle unique, la plus employée aujourd'hui, et en employant la méthode graphique.

Pour une voie donnée et pour divers empattements, il trace les différences en degrés (convergences ou divergences) entre les positions réelles et les positions théoriques en fonction des inclinaisons de la roue intérieure. Chaque graphique comprend quatre courbes correspondant chacune à un rapport donné entre l'empattement et la distance du point de croisement des leviers d'attaque.

L'auteur montre ainsi, qu'avec les leviers divergents, on peut arriver à des différences moindres que 1 degré pour tous les angles de braquage employés pratiquement. Il conseille de rechercher l'exactitude pour les petits angles, qui sont les plus employés.

CONSTRUCTION DES MACHINES

Comparaison des soupapes automatiques et commandées pour les moteurs à explosion. —

Ayant eu à faire des essais comparatifs sur un certain nombre de locomobiles à alcool, dont les moteurs étaient munis de soupapes, les uns automatiques, les autres commandées, M. FEHRMANN a porté son attention sur l'influence de ces dispositifs par rapport au bon fonctionnement et à la consommation du moteur. Il reproduit, dans la *Zeits. des Ver. deutsch. Ing.*, du 1^{er} juillet, les diagrammes de soulèvement et d'abaissement de ces soupapes à différentes vitesses, et les tableaux de consommation spécifique des moteurs. Il tente ensuite de faire une comparaison entre les moteurs, sans toutefois aboutir à des conclusions précises, vu les différences de puissances et de construction qu'ils présentent.

Engrenages à denture mobile. — Le *Praktische Maschinen Konstrukteur*, du 20 juillet, signale que l'*Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft*, de Berlin, remplace, dans certains cas, les roues dentées ordinaires des engrenages de transmission (pour tramways électriques notamment) par des poulies à jante sur lesquelles on monte, au moyen de boulons, une denture rapportée, facile à remplacer après usage. Cette denture, au lieu d'être en acier moulé comme dans les roues ordinaires, est en acier Martin forgé à la presse et taillé ensuite mécaniquement, d'où un nouvel avantage en ce qui concerne la résistance des dents, surtout aux efforts brusques et excessifs.

ÉLECTRICITÉ

Amélioration des filaments de lampes à incandescence. — Dans l'*Engineering News*, du 13 juillet,

M. W. HOWELL expose ses recherches sur le traitement, à haute température, des filaments de lampes à incandescence. Il décrit d'abord sommairement les méthodes de fabrication des filaments ordinairement employés et résume les mesures de résistances comparatives, à différentes températures, des filaments ordinaires et des filaments soumis, avant ou après le traitement graphitique, à des températures élevées. La température à laquelle il soumet ses échantillons peut atteindre 3700 degrés centigrades ; elle est produite dans un four électrique en graphite dont il donne la description. La résistance ohmique, mesurée à la température ordinaire, est d'autant plus réduite que la température du four électrique a été plus élevée.

Non seulement la résistance spécifique est considérablement diminuée quand on porte un filament à 3700 degrés, mais ses propriétés physiques sont

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXV, nos 48 et 49.

modifiées : le poids spécifique est augmenté, la dureté est accrue bien que la flexibilité soit plus grande. Ces différentes propriétés ont fait donner aux filaments ainsi améliorés le nom de *filaments métallisés*.

L'enduit graphitique qui entoure le noyau du filament ordinaire conserve, après traitement au four électrique, les propriétés du graphite qui sont plutôt accrues. Au toucher, il est gras ; il marque sur le papier et donne un produit jaune insoluble quand on le traite par l'acide nitrique et le chlorate de potasse. De l'examen microscopique auquel il a soumis les divers filaments et des mesures de résistance électrique qu'il a faites, l'auteur conclut que la transformation de texture est surtout sensible dans l'enveloppe graphitique, la base, ou noyau, étant peu affectée.

Au point de vue purement pratique, voici les améliorations que signale M. Howell :

1° Le filament métallisé noircit moins rapidement les ampoules que les filaments ordinaires. Il croit pouvoir expliquer cette propriété par la disparition, à haute température, des cendres et autres impuretés ou par la transformation moléculaire du carbone lui-même ;

2° Le filament métallisé est plus fixe aux températures élevées ;

3° Tandis qu'un filament ordinaire, de bonne fabrication, dépense 3,1 watts par bougie et que son pouvoir éclairant est réduit de plus de 20 % après 500 heures de fonctionnement, dans de bonnes conditions, le filament métallisé ne dépense que 2,5 watts par bougie et conserve les 80 % de son pouvoir éclairant initial après le même nombre d'heures.

D'après l'auteur, ces deux éléments : durée et consommation spécifiques ne seraient pas contradictoires. Si la pratique sanctionne les résultats qu'a obtenus M. Howell, le traitement à haute température qu'il préconise sera très avantageux.

Enregistreur à étincelles. — Dans l'*Electrical World*, du 1^{er} juillet, M. F. W. SPRINGER décrit un appareil enregistreur dans lequel le tracé se fait à l'aide d'étincelles électriques qui perforent le papier passant sur le cylindre d'un chronographe. Il indique les légères additions à faire à un appareil de mesure ordinaire (pointe à monter sur l'index) pour l'approprier à ce genre d'enregistrement. Le cylindre du chronographe étant double, on peut enregistrer à la fois deux quantités (volts et ampères par exemple).

L'étincelle est fournie par une bobine de Ruhmkorff, dont l'un des pôles est mis en communication avec l'appareil de mesure, l'autre pôle arrivant à une pointe fixe qui s'appuie sur le papier. Chaque étincelle produit donc simultanément deux perforations, dont l'une correspond à l'enregistrement du phénomène, l'autre se trouvant sur une ligne droite qui sert de base. Un excitateur est monté sur la bobine, et réglé à un écartement un peu supérieur à la somme des longueurs des deux étincelles.

Dans certains cas où le mouvement du tambour est commandé, non pas par un chronographe, mais par un essieu de voiture, par exemple, on peut enregistrer le temps à l'aide de la pointe qui trace la base. Pour ce faire, on la monte sur un électro-aimant, dans lequel une horloge envoie un courant à des intervalles de temps égaux.

L'auteur décrit un rectificateur à l'aide duquel les tracés fournis par un instrument à échelle curviligne peuvent être ramenés à leur forme exacte.

Il a employé ce mode d'enregistrement pour les essais de tramways électriques, d'ascenseurs, etc.

HYDRAULIQUE

La formation de la glace dans les fleuves. — Dans les pays de climat froid, la glace qui se forme dans les fleuves ou dans les dériviages est souvent une source de grands ennuis pour les stations hydro-électriques. Tantôt la glace se produit sous la forme d'aiguilles très ténues et très nombreuses qui restent en suspension dans l'eau et viennent s'accumuler en une sorte de feutrage sur les grilles, interceptant le passage de l'eau ; d'autres fois la glace semble se former à partir du fond, en gros blocs qui peuvent immobiliser les vannes.

Dans un mémoire de M. H. T. BARNES que résume l'*Engineering Record*, du 17 juin, ces deux sortes de glace auxquelles les Américains ont donné les noms de *frazil* et d'*anchor ice* sont étudiées, ainsi que les essais qui ont été faits en vue d'établir leur mode de formation.

Le frazil se forme dans les rivières trop rapides

pour que la glace puisse se développer à la surface à partir des rives. La dimension des éléments est d'autant plus petite que l'eau et l'air sont plus agités ; elle croît avec la distance parcourue.

La glace de fond semble se former par radiation à travers l'épaisseur des eaux calmes et claires ; elle se produit de préférence pendant la nuit, les blocs se détachent souvent pendant le jour quand le soleil brille ; cette glace de fond ne se produit jamais dans les parties abritées.

Les mesures de la température de l'eau ont été faites avec un thermomètre dont le fonctionnement est basé sur les variations de la résistance électrique des métaux en fonction de la température. Ce thermomètre donnait le millième de degré. Les observations ont montré que pour des variations de température de l'air, comprises entre + 40°9 et — 28 degrés centigrades, la variation de température, au-dessus ou au-dessous de zéro, de l'eau, placée sous la glace de la surface, n'atteint jamais un centième de degré.

HYGIÈNE

Valeur antiseptique du savon. — Dans une étude publiée par la *Revue d'Hygiène*, d'avril 1905, M. le docteur A. RODET, Professeur à l'Université de Montpellier, après avoir signalé les nombreuses expériences effectuées pour apprécier le pouvoir antiseptique du savon commun, est forcé de constater la divergence d'opinions de leurs auteurs. Il explique ce désaccord par la variété des conditions d'expérimentation, et par la diversité des objectifs envisagés.

L'auteur expose alors les expériences auxquelles il s'est personnellement livré, avec un savon de soude blanc, ne contenant pas d'alcali libre, sur deux microbes : le staphylocoque et le bacille d'Eberth. Le pouvoir antiseptique de ce savon a été éprouvé à deux points de vue : 1° pour apprécier son pouvoir empêchant à l'égard des cultures de ces microbes ; 2° pour rechercher son pouvoir destructeur et en évaluer l'intensité. Ces recherches ont amené le docteur Rodet à conclure au réel pouvoir antiseptique du savon simple, sur le staphylocoque et sur le bacille d'Eberth, et à la plus grande sensibilité de ce dernier microbe.

Ajouté à un milieu nutritif, le savon gêne la culture, même à doses très faibles (0,2 à 0,3 %). Une solution de savon pure est nettement capable de les détruire ; quoique peu active, à 1 %, elle est capable de tuer le staphylocoque en quelques heures ; son action est beaucoup plus rapide sur le bacille d'Eberth. A 5 %, l'action bactéricide est sensiblement plus rapide.

L'effet des solutions savonneuses est très influencé par la température ; il s'est montré plus énergique à 37 qu'à 25 degrés.

L'auteur termine son étude en signalant quelques particularités qui lui paraissent présenter un intérêt général relativement à l'action des antiseptiques, principalement au sujet de l'inégalité de résistance des divers éléments d'une même culture, ce qui rend arbitraire l'établissement de formules absolues ; il constate également que la destruction complète des éléments d'une même culture est d'autant plus rapide que leur nombre est plus restreint.

MÉTALLURGIE

Nouvelle méthode d'agglomération et de désulfuration des minerais de plomb et de cuivre.

— Dans une communication à la *Société de l'Industrie minière* (comptes rendus mensuels de juillet), M. BIRON décrit une méthode récemment introduite dans le travail courant de la fonderie de plomb de la Société des Mines de Bormettes pour l'agglomération et la désulfuration des minerais de plomb et de cuivre. Cette méthode, qui permet de réaliser des économies fort appréciables, repose sur ce fait que les scories en fusion jouent en même temps le rôle d'agglomérant et de comburant : leur chaleur permet en outre de porter le soufre du minerai à la température de combustion.

La scorie en fusion est mélangée en proportions convenables avec le minerai et brassée ; pendant le brassage, il se dégage d'abondantes fumées de SO₂ et SO₃, puis la masse se fige et se désagrège en petits morceaux spongieux. Un courant d'air comprimé soufflé à ce moment et prolongé un certain temps suffit pour brûler la majeure partie du soufre restant.

Pendant ce soufflage opéré dans des caissons en fonte de forme spéciale, à fond mobile, la matière

se réchauffe jusqu'au rouge vif et les morceaux se soudent ensemble. Après une à trois heures de soufflage, on sort l'aggloméré, où les métaux se trouvent en grande partie à l'état d'oxydes. Cet aggloméré peut être directement envoyé au niveau de chargement, cassé et chargé encore chaud, en lui ajoutant la quantité nécessaire de fondant et de coke métallurgique.

Ce procédé permet d'obtenir, aux Bormettes, sur la méthode ordinaire (grillage dans des fours à pelletage continu et réduction au water-jacket) une économie de 11 fr. 30 par tonne traitée, sans compter celle réalisée sur les frais généraux par une marche plus rapide et l'avantage de meilleurs rendements. Il est surtout à conseiller, d'après l'auteur, pour le traitement des minerais de plomb argentifères et cuivreux et, en général, pour les minerais de plomb à gangue acide et pas trop riches en soufre. Son application aux minerais menus sulfurés de cuivre donne aussi dans bien des cas des résultats très favorables.

MINES

L'extraction par les puits d'aérage. — M. H. SCHNEIDER, Ingénieur, étudie, dans une communication à l'Association des Ingénieurs sortis de l'Ecole de Liège, publiée par la *Revue universelle des Mines*, d'avril 1905, la question de l'extraction par les puits d'aérage. Il montre tout d'abord qu'il n'y a réellement pas d'économie à creuser des puits d'aérage de petite section, et que, pour les mines du Limbourg, où ce n'est qu'entre 600 et 700 mètres de profondeur que pourront être établis les premiers étages d'exploitation, ces puits devront avoir la même section que les puits d'entrée d'air.

L'auteur passe ensuite en revue les moyens employés pour réaliser l'extraction par les puits d'air, en évitant, dans la mesure du possible, les pertes par rentrées d'air ; il décrit les clapets Briart, le sas à air, le système Bentrup dans lequel, au lieu de faire passer à l'air extérieur les wagonnets sortant de la mine, on fait sortir seulement leur contenu au moyen d'appareils appropriés, et le dispositif utilisé par la Société Humboldt, de Cologne, dans une installation qu'elle vient de faire à la mine Deutscher Kaiser, près de Neumühl. Cette Société est revenue au sas, mais en se basant sur des principes nouveaux : le puits est entièrement dégagé, la recette seule est sous dépression, le triage en est séparé par le sas qui se compose d'une longue chambre (20 mètres) divisée en dix compartiments, un à chaque extrémité pour le passage du personnel, huit au centre pour le passage des wagonnets.

L'auteur signale enfin un dernier moyen permettant de réaliser l'extraction par les puits d'aérage, en plaçant le ventilateur au fond du puits. Le procédé n'est pas neuf, et a notamment été employé pendant longtemps par la Société Hibernia, en Westphalie.

Utilisation de l'énergie électrique dans les mines du Mexique. — Dans l'*Engineering and Mining*, du 6 juillet, M. E. WALSH donne un aperçu de la rapidité du développement des installations électriques dans les exploitations minières du Mexique.

La plupart des mines se trouvent dans des régions montagneuses difficilement accessibles et dépourvues de chemins de fer ; le transport du minerai à la côte et l'amenée du combustible se font, la plupart du temps, à dos de mulets. Le prix élevé des transports et du combustible fit abandonner l'exploitation de nombreuses mines cependant très riches.

Depuis peu d'années, un mouvement en faveur de l'utilisation des forces motrices naturelles s'est nettement dessiné. Les régions minières sont traversées par de nombreux cours d'eau qui peuvent fournir assez d'énergie pour tous les besoins ; la plupart de ces cours d'eau présentent de hautes chutes facilement utilisables.

L'auteur cite les principaux transports de force qui fonctionnent ou sont en construction ; plusieurs auront, quand ils seront terminés, une puissance variant de 30 000 à 80 000 chevaux ; l'importance des capitaux engagés montre tout l'intérêt qu'on attribue à ces installations.

Dans la plupart des cas, les travaux hydro-électriques sont faits par des Compagnies spéciales qui livrent l'énergie aux mines pour l'exploitation et le transport, aux chemins de fer électriques et aux localités pour l'éclairage. Les régions minières traversées par les chemins de fer électriques ont pris

une grande valeur et se développent rapidement. L'aménagement des chutes de certains cours d'eau et de plusieurs lacs a été fait en vue de l'irrigation des régions fertiles qui profiteront largement de cette transformation.

Les Compagnies électriques reçoivent sans cesse de nouvelles demandes de concessions de courant, et plusieurs d'entre elles doivent déjà rechercher de nouvelles chutes. Rien ne faisait prévoir un tel essor il y a seulement douze ans, quand des Compagnies anglaises et américaines entreprenaient, timidement, la transformation des tramways à mules en tramways électriques.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Production du gaz de chauffage et de la force motrice de la Compagnie Atha Tool. — A peu de distance de ses ateliers de construction d'outils, la Compagnie Atha Tool, de Newark (New-Jersey), achève de construire une usine destinée à produire à la fois le gaz destiné au chauffage des fours et l'énergie électrique devant alimenter les lampes et les moteurs.

Anciennement, la force motrice de ces ateliers était produite par des machines à vapeur; depuis quatre mois, une partie de la nouvelle installation fonctionne, et les résultats obtenus sont tels que la substitution complète de moteurs fonctionnant au gaz à l'eau aux machines à vapeur est décidée. La possibilité d'employer des charbons très bon marché, la production simultanée du gaz à l'eau et du gaz à l'air et la diminution des frais de main-d'œuvre font espérer une très grande économie.

Les génératrices électriques, accouplées directement sur des moteurs à gaz, débitent du courant continu à 220 volts sur lequel sont montés les lampes et les moteurs dont la puissance motrice totale, représentant environ 500 chevaux, est répartie en unités variant de 1 à 50 chevaux.

L'Engineering Record, du 15 juillet, décrit l'installation de cette usine génératrice. Un charbon gras, de qualité inférieure, est amené, par des éleveurs, dans les trémies de chargement de deux gazogènes du type Loomis-Pettibone. Ces deux gazogènes débitent alternativement dans le gazomètre alimentant la canalisation de chauffage ou dans celui des moteurs. Avant son arrivée au gazomètre, le gaz de chauffage est transformé en gaz à l'eau par son passage dans un scrubber humide. Le gaz des moteurs, dit gaz à air est, après lavage, séché dans un scrubber sec. Un réservoir, alimenté par pompe centrifuge, envoie l'eau aux scrubbers et aux enveloppes réfrigérantes des moteurs.

Trois génératrices électriques de 75 kilowatts et une de 100 kilowatts sont directement accouplées à des moteurs à gaz à trois cylindres. L'aspiration de chaque moteur est réglée par une valve en fonte et un régulateur automatique de pression. Chaque moteur comporte une valve graduée réglant les proportions du mélange d'air et de gaz suivant la qualité du gaz. La quantité du mélange aspirée est réglée par une valve commandée par un régulateur à boules d'une grande sensibilité permettant l'accouplement en parallèle des génératrices.

Le courant des bobines d'allumage est fourni, soit par une dynamo de 1 cheval débitant à 110 volts, soit par une batterie d'accumulateurs toujours sur le circuit.

La mise en route des moteurs à gaz est obtenue par de l'air comprimé à 12^{kg}/5 au moyen d'un moteur auxiliaire qui l'emmagasine dans huit réservoirs en acier galvanisé placés dans les sous-sols. Un tableau de distribution comprenant les rhéostats de champ des génératrices, les appareils de mesures et les appareils de protection des lignes des circuits d'éclairage et de force motrice, est fixé à l'une des parois de la salle des machines.

La possibilité de l'emploi des turbines à vapeur pour la propulsion des locomotives. — Le succès de l'adaptation des turbines à vapeur à la propulsion des navires amène M. A. MARTENS à examiner, dans le Dinglers Polytechnisches, du 22 juillet, si les locomotives ne pourraient pas aussi être équipées avec des moteurs de ce type.

Les principales questions à résoudre seraient celles-ci: bon rendement sous des charges très variables; facilité de marcher dans les deux sens avec réversibilité immédiate; encombrement réduit; marche régulière et équilibrage parfait.

Après avoir développé quelques considérations sur chacun de ces points, en s'appuyant principalement sur l'expérience des turbines de navires, l'au-

teur conclut en espérant que des essais seront bientôt entrepris dans cette voie nouvelle, l'expérience seule devant décider de l'utilité d'une transformation aussi radicale dans les locomotives actuelles.

TRAVAUX PUBLICS

Barrage cylindrique à pivot fixe. — M. Karl FRIEDRICH étudie, dans l'Oesterr. Wochens., du 15 juillet, un type de barrage cylindrique dont le principe, sans être nouveau, n'a pas rencontré jusqu'ici beaucoup d'applications. Ce barrage, qui s'applique aux faibles retenues d'eau, consiste en un caisson métallique étanche occupant toute la largeur de la passe à barrer, et susceptible de se déplacer le long de chemins de roulement circulaires disposés dans les bajoyers. Le fond du caisson est cylindrique, et le rayon de ce cylindre est le même que celui des chemins de roulement, de sorte que l'axe horizontal, défini par deux tourillons autour desquels tourne le système mobile (caisson et montants le reliant aux tourillons), est aussi l'axe du cylindre dont les chemins de roulement et le fond du caisson font partie.

Abaisé, le caisson rentre entièrement dans une fosse ménagée au fond du radier; relevé, il se présente obliquement au courant et reçoit la poussée des eaux sur sa face supérieure.

Les montants sont prolongés au-dessus des tourillons et portent des contrepoids qui équilibrent le système, dans une certaine mesure. A chaque extrémité du caisson, il est supporté par des galets qui suivent les chemins de roulement; la traction se fait par des câbles ou chaînes passant sur des poulies de renvoi et attaquant les extrémités du caisson.

Un treuil placé sur chaque bajoyer, avec un dispositif quelconque de commande simultanée, relève ou abaisse le caisson; le jeu entre les parois de maçonnerie et le caisson, d'ailleurs réduit au minimum, peut être rendu étanche par des garnitures élastiques. Le caisson est cloisonné pour présenter la rigidité nécessaire entre ses deux points d'appui qui sont les chemins de roulement.

Ouvrages récemment parus.

Notes sur la dynamique de l'aéroplane, par M. VALLIER, correspondant de l'Institut. — Une brochure in-4° de 98 pages. — V^e Ch. Dunod, éditeur, Paris, 1905. — Prix : 3 fr. 50.

Encore qu'un appareil de vol aérien doive être, dans sa forme définitive, le fruit de l'expérience, c'est certainement dans sa réalisation par l'aviation, c'est-à-dire par le plus lourd que l'air, que l'étude mathématique sera le plus indispensable. Malheureusement, il n'existe pas encore de théorie d'ensemble des phénomènes de ce genre, ni même de travail méthodique sur les différents organes appelés à composer de semblables appareils. Quelques expérimentateurs hardis ont publié le résultat de leurs observations dont la portée ne dépasse pas les limites des cas particuliers où ils s'étaient placés. Quelques savants ont étudié la dynamique aérienne; il convient de citer notamment les expériences et les calculs de Lilienthal, Drzewiecki, Hervé, Chanut, de l'Ingénieur Henry, du savant Langley, du colonel Renard; mais de tous ces travaux, un peu dispersés, celui qui voudrait se livrer à des études nouvelles pourrait difficilement tirer des vues générales et méthodiques, sans une laborieuse adaptation.

L'ouvrage que M. Vallier vient de publier pose, d'une manière aussi complète que possible, les bases mathématiques du problème et, à ce titre, il rendra de grands services aux chercheurs que sollicite la difficile question de l'aviation.

Après avoir étudié les effets de la pression des fluides sur des surfaces fixes ou en mouvement, l'auteur examine le cas d'un aéronef à plateau moteur agissant verticalement, avec application aux plateaux de densité constante, à la détermination de la densité transversale du plateau d'après la vitesse de régime, et enfin aux plateaux dont la densité croît avec la surface, correspondant, par exemple, aux hélices type Renard, et pour lesquels il existe un maximum de poids enlevable pour chaque poids spécifique (par cheval) du moteur, maximum que l'on ne saurait dépasser même en accroissant démesurément la puissance motrice.

L'étude de l'hélicoptère comporte celle de l'action exercée par l'air sur une palette inclinée; cette ac-

tion se traduit par une composante normale et une composante radiale susceptible d'être évaluée expérimentalement.

On peut appliquer au cas de l'hélicoptère assimilé à une palette les équations trouvées pour les plateaux, en faisant intervenir la vitesse angulaire. Après avoir examiné le régime d'ascension de l'hélicoptère, il convient d'aborder le régime en marche horizontale, cas fort intéressant par la répercussion du déplacement horizontal sur les effets de l'hélice sustentatrice. Or l'auteur met en évidence ce résultat très important que la vitesse utile est alors la vitesse relative de l'hélice et non plus sa vitesse absolue. Les résultats de l'analyse ont été appliqués à l'hélice Hervé (du Méditerranéen).

L'aéroplane, à son tour, doit être étudié en tenant compte de la résistance que la nacelle, d'une part, et les ailes, de l'autre, opposent au mouvement de translation. Dans le cas d'ailes plates du type Langley, M. Henry a donné une méthode géométrique pour déterminer l'angle d'attaque le plus avantageux. Le second problème qui se pose se rapporte à la recherche du moteur minimum. Enfin l'examen des formules montre que, contrairement à la croyance commune, il est avantageux de marcher à de faibles vitesses.

M. Vallier étudie ensuite la dépendance mutuelle des organes de l'aéroplane et du propulseur généralement hélicoidal, ainsi que le mode d'association de ces organes.

On est ainsi conduit à rechercher si l'on ne pourrait demander tout ou partie de la sustentation à un hélicoptère, en constituant un aéroplane mixte, et à déterminer les formules applicables à ce cas intéressant.

Enfin, après avoir discuté les expériences et formules de Lilienthal, l'auteur formule cette conclusion que l'aéroplane simple ne semble pas réalisable; que l'aéroplane mixte, au contraire, paraît susceptible d'une exécution sinon immédiate, du moins vraisemblable d'ici peu de temps, lorsque les moteurs se seront encore allégés. Cette conclusion ne satisfait sans doute pas les impatients, mais, appuyée sur une analyse rigoureuse, elle laisse à l'aviation le champ ouvert de l'avenir.

G. E.

Conseil supérieur du Travail (Compte rendu de la 13^e session, novembre 1904). — Un volume in-4° de 234 pages, publié par le Ministère du Commerce et de l'Industrie. — Imprimerie nationale, Paris, 1905.

Ce volume contient, outre le texte du décret du 14 mars 1903, portant réorganisation du Conseil supérieur du Travail, et la liste des membres de la Commission permanente de ce Conseil, de 1903 à 1905, le compte rendu détaillé des douze séances dans lesquelles ont été discutées les questions du repos hebdomadaire et du délai-congé. Le texte des vœux adoptés par le Conseil sur la première question est ainsi conçu dans ses dispositions principales :

Le Conseil est d'avis : que les travailleurs doivent avoir un jour de repos par semaine, que la loi doit intervenir pour assurer le repos hebdomadaire, que sauf exception, ce repos doit être fixé au dimanche.

Über Heizwertbestimmungen mit besonderer Berücksichtigung gasförmiger und flüssiger Brennstoffe (Détermination des pouvoirs calorifiques, particulièrement de ceux des combustibles liquides et gazeux), par Théodore IMMENKOETTER, Ingénieur. — Une brochure in-8° de 98 pages, avec 23 figures. — Oldenbourg, éditeur, Munich et Berlin, 1905. — Prix : 3 marks.

L'auteur passe successivement en revue : les méthodes de détermination des pouvoirs calorifiques, les calorimètres pour combustion continue, utilisés dans les expériences de détermination de ces pouvoirs calorifiques, l'emploi du calorimètre de Junkers pour les gaz à faible pouvoir calorifique, enfin l'emploi de ce même calorimètre pour les combustibles liquides. Chacune de ces méthodes et de ces appareils est l'objet d'un paragraphe distinct, où le principe et le mode d'exécution de l'expérience sont clairement mis en évidence.

Le Gérant : H. AVOIRON.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Automobiles** : Concours de véhicules industriels et de fourgons militaires, p. 289; Ch. DANTIN. — **Chimie industrielle** : Utilisation de l'azote atmosphérique. Fabrication électrique des cyanures et des nitrates, p. 293; A. BOILEAU. — **Mécanique** : Pont roulant électrique de 30 tonnes installé dans la grande Halle des Machines, à l'Exposition de Liège (planche XVIII), p. 296. — **Art militaire** : Torpilles terrestres automatiques, p. 297. — **Variétés** : Action de l'huile sur les maçonneries de ciment, p. 299; —

Soupape métallique, système Gutermuth, p. 299; — Expériences sur la fumure des prairies, p. 300; — Locomotive routière montée sur pedrails à sabots articulés, p. 301.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Académie des Sciences (21 août 1905), p. 302.

BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 302; — Ouvrages récemment parus, p. 304.

Planche XVIII : Pont roulant électrique de 30 tonnes installé dans la grande Halle des Machines, à l'Exposition de Liège.

AUTOMOBILES

CONCOURS DE VÉHICULES INDUSTRIELS et de fourgons militaires.

L'Automobile-Club de France ayant organisé, pour la fin de juillet et les premiers jours d'août, un concours international de véhicules

chandises. Les fourgons militaires ont effectué le même parcours que ces derniers.

La première classe était divisée en sept catégories, comme nous le verrons plus loin; la seconde comprenait cinq catégories. Les fourgons militaires formaient une catégorie à part, faisant l'objet d'un règlement spécial dont nous extrayons les passages suivants :

Art. 5. — *Dispositions particulières.* — Les véhicules pourront être actionnés, soit par des moteurs à explosion, soit par des moteurs à vapeur.



FIG. 1. — CONCOURS DE VÉHICULES AUTOMOBILES INDUSTRIELS : Vue du camion électrique Krieger.

industriels, le Ministre de la Guerre décida d'y réunir un concours de fourgons militaires destinés au Service de l'Intendance.

Le concours de véhicules industriels comprenait deux classes distinctes, avec deux itinéraires différents ayant toutefois mêmes étapes :

Première classe : Véhicules de transport en commun et véhicules transportant au plus 500 kilogr. de marchandises;

Seconde classe : Véhicules transportant plus de 500 kilogr. de mar-

Dans le cas des moteurs à explosion, le combustible employé pourra être l'essence de pétrole, l'alcool carburé ou non, ou bien le pétrole lampant; il est à désirer qu'un même moteur puisse utiliser indifféremment l'un ou l'autre de ces combustibles; il en sera tenu compte dans les appréciations du jury.

Le poids total du fourgon chargé, en ordre de marche et y compris le conducteur, ne devra point dépasser 3 200 kilogr., dont 1 000 au moins et 1 200 au plus de charge utile.

Les moteurs à explosion comporteront un système d'allumage électrique, et, de préférence, par magnéto.

Le mécanisme de changement de vitesses comprendra trois vitesses au moins et un jeu d'organes pour marche arrière (moteurs à explosions).

Les vitesses horaires, mesurées en pleine charge et en palier sur route macadamisée ordinaire, en bon entretien, devront être comprises, savoir : la plus petite entre 3^{km} 500 et 4^{km} 500 ; la plus grande entre 16 et 20 kilomètres.

La transmission pourra comporter des chaînes, des arbres et bielles avec articulations à la cardan.

La direction sera placée à droite, et tous les organes de commande situés sous la main ou le pied du conducteur.

Les freins seront au nombre de deux au moins, dont un sur les roues d'arrière ; ils agiront dans les deux sens. Les fourgons seront munis, en outre, d'un organe de sécurité contre les reculs.

Les approvisionnements divers devront permettre un parcours de 75 kilom., sans recharge en cours de route.

Les orifices des réservoirs seront munis d'un dispositif permettant un plomage facile pendant le parcours.

La surface externe du radiateur devra être telle que, dans la marche à petite vitesse, le cylindre moteur n'ait pas ses parois portées à une température exagérée.

Le châssis pourra être d'un modèle quelconque.

Les véhicules ne devront avoir aucune partie saillante à moins de 18 centimètres du sol, les chaînes et les freins exceptés.

La voie sera de 2 mètres au plus, et l'empattement de 2 mètres au moins.

Le véhicule sera muni d'une carrosserie suffisante dont la forme se rapprochera, autant que possible, de celles des fourgons des équipes militaires, dont un spécimen pourra être examiné par les concurrents dans l'établissement qui leur sera indiqué ; sa couverture sera constituée par une toile prélat comme pour ces fourgons, et sera facilement démontable.

La capacité de la caisse sera de 3 mètres cubes au moins ; la hauteur de cette caisse au-dessus du sol ne devra pas excéder 3 mètres, et l'encombrement total, en largeur, du véhicule, ne sera pas supérieur à 2^m 20.

Tous les organes seront facilement accessibles à l'œil et à la main. Ils

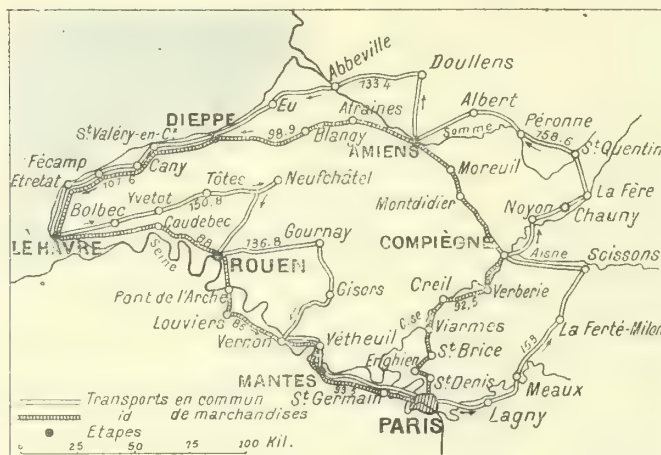


FIG. 2. — Carte du double itinéraire du concours de véhicules industriels.

devront pouvoir être démontés avec le seul concours des outils portés dans les coffres.

Les fourgons seront munis de trois lanternes à réflecteurs, placées l'une à l'arrière et deux à l'avant ; ces deux dernières seront particulièrement puissantes.

La consommation de combustible sera contrôlée pour toutes les étapes.

Les épreuves auront lieu sous le régime des parcs fermés. A cet effet :

Le soir de la veille de chaque départ, après que les pleins de combustible, d'eau et de graisse auront été faits et vérifiés par le jury, les véhicules seront enfermés dans un local ou dans un terrain clos où personne ne pourra pénétrer avant le lendemain matin et seulement en présence d'un membre du jury.

Pendant la journée du 27 juillet, le poids du matériel roulant sera déterminé en pesant les véhicules en ordre de marche avec les approvisionnements (combustible, eau, accumulateurs d'énergie, etc., outils, pièces de rechange), le conducteur et le chargement.

Des pesées, en cours de route, seront effectuées par le jury aussi fréquemment qu'il le jugera convenable.

Les fourgons seront présentés chargés par les soins du constructeur. Le chargement sera constitué soit à l'aide de caisses ayant comme dimensions approximatives 0^m 70, 0^m 50, 0^m 35 et pleines de matières quelconques, de façon à présenter un poids uniforme de 50 à 55 kilogr., soit à l'aide de sacs pleins de sable et réglés uniformément à 70 ou 75 kilogr. Un même chargement pourra comprendre à la fois des caisses et des sacs, mais ne devra pas être modifié en cours de route et pendant la durée du concours.

Après avoir été pesés avec leur chargement, les fourgons seront également pesés sans chargement, de manière à déterminer le poids exact de la charge utile.

Les réparations des avaries, en cours de route, et des pannes, de quelque nature qu'elles soient (sauf les détériorations provenant de chocs extérieurs, abordages par d'autres voitures, etc.), ne pourront être faites que par les

moyens du bord et par les mécaniciens des voitures. Ceux-ci ne pourront être plus de deux.

Pour le contrôle des consommations au cours des diverses étapes, les concurrents auront à faire connaître la nature et les particularités (densité, etc.) du combustible qu'ils se proposent d'employer. Ils auront à pourvoir à leur ravitaillement en des points du parcours uniques pour tous les concurrents, désignés à l'avance, sous le contrôle d'un délégué officiel du jury, qui aura à déployer, délivrer la quantité de combustible demandée et replomber.

Art. 10. — Jury. — Les membres du jury désignés par le Ministre de la Guerre auront tous droits de contrôle et d'examen.

L'examen portera sur les points suivants :

1. Puissance du moteur, simplicité et accessibilité de ses organes divers	Coefficient	13
2. Refroidissement ou condensation	—	5
3. Consommation de combustible et de graisse, et dépense en résultant	—	15
4. Fonctionnement et résistance des divers organes	—	15
5. Saillie des organes	—	2
6. Résistances des roues et bandages	—	15
7. Efficacité des freins	—	10
8. Maniabilité de la voiture	—	5
9. Aptitude à démarrer et graver les rampes	—	8
10. Rapport de la charge utile au poids total	—	7
11. Vitesse moyenne	—	5
TOTAL		100

Chacun de ces examens donnera lieu à l'affectation d'un certain nombre de points, et les véhicules seront classés, compte tenu des coefficients, d'après ce nombre de points.

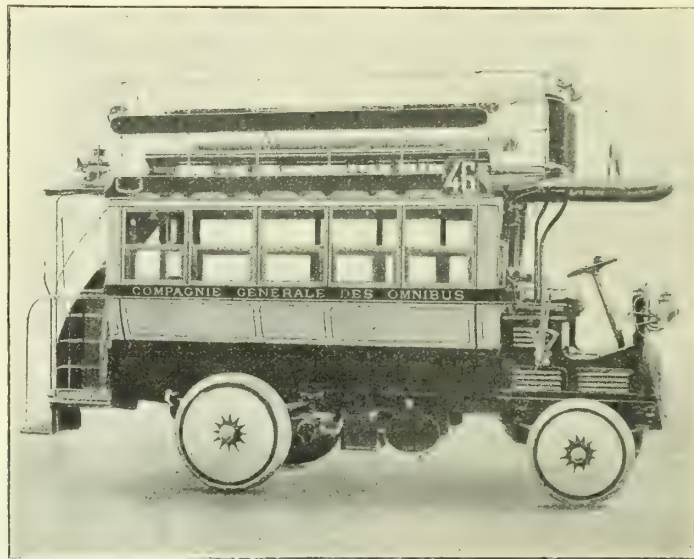


FIG. 3. — Omnibus électrique Krieger.

La carte (fig. 2) et le tableau ci-après indiquent les itinéraires suivis par chaque catégorie de véhicules :

DATE	1 ^{re} CLASSE		2 ^e CLASSE	
	PARCOURS	DISTANCE	PARCOURS	DISTANCE
		en kilom.		en kilom.
28 juillet	Paris, Meaux, La Ferté-Milon, Soissons, Compiègne.	153	Paris, Creil, Compiègne	95,5
29 juillet	Compiègne, Saint-Quentin, Amiens.	148,5	Compiègne, Montdidier, Amiens.	73,7
31 juillet	Amiens, Doullens, Abbeville, Dieppe	133,4	Amiens, Blangy, Dieppe	98,9
3 août	Dieppe, Fécamp, Montivilliers, le Havre	105,6	Dieppe, Fécamp, le Havre	105,6
5 août	Le Havre, Neufchâtel, Rouen	150,8	Le Havre, Caudebec, Rouen.	88
7 août	Rouen, Gournay, Gisors, Vernon, Mantes.	130,8	Rouen, Gaillon, Mantes	79
8 août	Mantes, Saint-Germain, Paris.	53,5	Mantes, Paris	53,5

Des expositions ont eu lieu pendant les journées intermédiaires, à savoir : le 30 juillet à Amiens, le 1^{er} et le 2 août à Dieppe, le 4 août au Havre, le 6 août à Rouen.

L'ensemble du programme a d'ailleurs été suivi très exactement, et l'arrivée à Paris, au jardin des Tuileries, a eu lieu le 8 août dans l'après-midi.

Les véhicules, dont on trouvera ci-après la liste par catégories, se sont présentés au départ :

NUMÉROS	CONSTRUCTEURS	POIDS		CHARGE
		TOTAL	A VIDE	UTILE
		kilogr.	kilogr.	kilogr.
I. — Véhicules de transports de marchandises.				
PREMIÈRE CATÉGORIE. — <i>Motocycles transportant au moins 50 kilogrammes.</i>				
20	Mototri Contal I	318	248	70
21	Mototri Contal II	323	253	70
22	Mototri Contal III.	310	215	65
DEUXIÈME CATÉGORIE. — <i>Véhicules transportant de 200 à 500 kilogrammes.</i>				
5	De Dion-Bouton et C ^{ie}	1 070	890	180
27	E. Viguié	1 517	1 183	334
33	Automoto	»	»	»
TROISIÈME CATÉGORIE. — <i>Véhicules transportant de 500 à 1 000 kilogrammes.</i>				
4	Société des Automobiles Gillet-Forest.	1 720	1 120	600
6	De Dion-Bouton et C ^{ie}	2 520	1 650	870
23	Société des Automobiles Ariès	1 720	1 112	608
CINQUIÈME CATÉGORIE. — <i>Véhicules transportant de 1 500 à 2 000 kilogrammes.</i>				
2	Soc. lorraine des anciens Établissements de Dietrich	3 350	2 052	1 498
10	Latil.	3 765	2 123	1 642
29	Société des Automobiles Gladiator	3 348	1 535	1 813
32	Société des Automobiles Delahaye	»	2 400	»
SIXIÈME CATÉGORIE. — <i>Véhicules transportant plus de 2 000 kilogrammes.</i>				
3	Comp. parisienne des Voitures électriques Kriéger.	6 260	»	»
8	De Dion-Bouton et C ^{ie}	6 000	2 400	4 000
11	Latil.	4 598	»	»
12	Turgan	5 606	»	»
14	Delaugère et Clayette	5 802	4 329	3 600
15	A. Cohendet et C ^{ie}	7 370	3 320	4 050
16	A. Cohendet et C ^{ie}	7 420	3 353	4 067
17	Société des Automobiles D. A. C.	7 620	3 400	4 220
19	Société des Automobiles E. Brillié	»	»	»
24	Société des Automobiles Ariès.	4 860	»	»
25	Société des Camions Dufour (Suisse)	7 112	»	»
26	Société des Moteurs Daimler (Allemagne).	6 454	3 338	3 116
28	Cottureau et C ^{ie}	7 000	2 650	4 350
SEPTIÈME CATÉGORIE. — <i>Trains à plusieurs voitures.</i>				
9	Société N. A. G. (Allemagne)	6 533	»	»
13	Turgan	14 570	7 370	7 200
31	Dubois.	7 200	»	»
II. — Véhicules de transport en commun.				
PREMIÈRE CATÉGORIE. — <i>Véhicules transportant plus de 6 personnes.</i>				
41	Soc. lorraine des anciens Établissements de Dietrich	2 278	1 611	667
42	Soc. lorraine des anciens Établissements de Dietrich	2 369	1 581	788
49	Société des Automobiles Gillet-Forest.	»	1 478	»
52	Société des Automobiles Peugeot.	2 800	1 800	1 000
DEUXIÈME CATÉGORIE. — <i>Véhicules transportant 12 à 14 personnes.</i>				
43	Soc. lorraine des anciens Établissements de Dietrich	3 840	2 450	1 390
44	Soc. lorraine des anciens Établissements de Dietrich	4 347	2 365	1 982
47	Gardner-Serpollet.	4 600	3 200	1 400
50	De Dion-Bouton et C ^{ie} (Car alpin)	3 600	2 480	1 120
55	Société des Automobiles Ariès.	»	2 127	»
56	Cottureau et C ^{ie}	5 854	3 454	2 400
CINQUIÈME CATÉGORIE. — <i>Omnibus comportant au moins 30 places, avec impériale, remplissant le programme d'exploitation de la Compagnie Générale des Omnibus de Paris.</i>				
46	Comp. parisienne des Voitures électriques Kriéger.	7 929	4 329	3 600
48	Gardner-Serpollet.	6 370	4 270	2 100
51	De Dion-Bouton et C ^{ie}	5 600	3 500	2 100
53	Société des Automobiles Mors	»	4 512	2 400
54	Société des Automobiles E. Brillié	»	4 112	2 100

III. — Fourgons militaires.				
81	Soc. lorraine des anciens Établissements de Dietrich	2 994	1 997	997
82	Gardner-Serpollet.	3 800	2 800	1 000
83	Société des Automobiles Gillet-Forest.	2 650	1 275	1 375
84	De Dion-Bouton et C ^{ie}	2 672	1 791	881
85	Société des Automobiles Peugeot.	2 963	1 773	1 190
86	Société des Automobiles Peugeot.	2 895	1 731	1 164
87	Société des Automobiles Peugeot.	2 921	1 736	1 185
88	Latil.	2 617	1 365	1 052
91	Société des Automobiles Delahaye	2 951	1 919	1 032
92	Société des Automobiles Ariès	3 048	1 837	1 214
93	Société des Automobiles Ariès	3 008	1 877	1 131
94	Cottureau et C ^{ie}	3 660	2 433	1 227

Tous les véhicules, sauf quatre, ont effectué le parcours total. Le déchet réel est encore plus faible que le déchet apparent, trois des con-

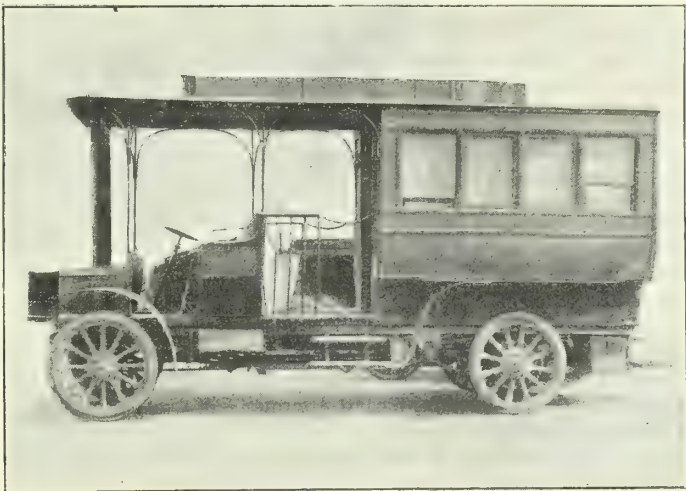


FIG. 4. — Omnibus Serpollet à 14 places.

currents ayant été victimes d'accidents provenant de causes extérieures. Nous décrirons tout d'abord sommairement quelques-uns des véhicules engagés.

OMNIBUS ET FOURGONS PEUGEOT. — L'omnibus à dix places et les trois fourgons militaires engagés par la Société Peugeot étaient montés sur



FIG. 5. — Omnibus Serpollet à 30 places.

un châssis de 10 à 12 chevaux, à roues égales de 800 millimètres de diamètre.

Le châssis, en fer à U, a 1 mètre de largeur. L'empattement est de 2^m 550, la voie 1^m 500.

La longueur disponible sur le châssis (y compris le siège du conducteur) est de 3^m 130, ce qui permet d'y placer, soit une caisse d'omnibus, soit une plate-forme de camion de 2^m 35 × 1^m 30.

Le moteur a deux cylindres de 105 millimètres d'alésage et 105 millimètres de course. Sa vitesse normale est de 1 300 tours. L'allumage se fait par magnéto à basse tension; la transmission a lieu par deux chaînes; elle comporte quatre vitesses et une marche arrière; la

vitesse maximum est 19 kilom. à l'heure pour les camions, 22 kilom. pour les omnibus.

Les freins sont au nombre de deux et serrent dans les deux sens : l'un, au pied, agit sur le différentiel; l'autre, à la main, agit directement sur les roues motrices.

La répartition des charges est la suivante :

Pour l'omnibus :

Sur l'essieu avant :
à vide . . 690 kilogr.
en charge. 800 —

Sur l'essieu arrière :
à vide. . 1 100 kilogr.
en charge 2 000 —

Pour les fourgons
(poids transporté
1 500 kilogr.) :

Sur l'essieu avant :
à vide . . 650 kilogr.
en charge. 730 —

Sur l'essieu arrière :
à vide. . 740 kilogr.
en charge 2 160 —

VÉHICULES KRIÉGER. — La Compagnie Parisienne des Voitures électriques avait engagé un camion et un omnibus à transmission électrique.

L'omnibus, à 30 places, était pourvu d'un moteur de 24 chevaux et monté sur roues embouties Arbel (fig. 3). Le camion (fig. 1), muni d'un moteur de 16 chevaux, portait 4 tonnes à la vitesse moyenne de 12 kilom. à l'heure.

Nous ne reviendrons pas sur la disposition générale de ces véhicules pétro-électriques, dont nous avons déjà exposé le principe ⁽¹⁾ et décrit d'autres exemplaires.

Les avantages revendiqués en faveur de ce système mixte, dans le cas particulier, sont : 1° la possibilité de proportionner à chaque instant la vitesse du véhicule avec la puissance du moteur, et, par suite, de tirer de celui-ci le meilleur parti, la variation de vitesse étant pratiquement continue, alors que les changements de vitesses mécaniques procèdent par à-coups; 2° la facilité de démarrer un fort moteur sans manivelle; 3° enfin, pour les applications militaires, la commodité que peut présenter la présence, sur le véhicule, d'une source relativement puissante d'énergie électrique. Pour bien faire ressortir ce dernier point, les constructeurs avaient muni le camion d'un projecteur de 100 ampères (fig. 1).

VÉHICULES SERPOLLET. — M. Serpollet avait engagé trois véhicules à

vapeur, chauffés à l'huile lourde : un omnibus à 30 places, un omnibus à 14 places et un camion militaire.

Nous avons déjà mentionné ⁽¹⁾ les derniers perfectionnements apportés par M. Serpollet dans ses voitures à vapeur, perfectionnements qui consistent principalement dans l'emploi d'une chaudière à pression automatiquement constante, l'alimentation en eau et en combustible liquide étant assurée par un petit cheval indépendant du mécanisme de la voiture.

Les figures 7 et 8 représentent le châssis du type ordinaire; celui des véhicules engagés au concours en diffère surtout par la position relative des divers organes et le mode de commande des roues.

La chaudière est montée à l'avant; le moteur, dont l'axe est parallèle au châssis, agit sur le différentiel par un long arbre à joints car-

dan; le différentiel commande les roues par deux chaînes.

La direction est à engrenages. Les freins sont intérieurs et à segments extensibles. L'un, commandé par pédale, agit sur les moyeux des roues; l'autre, commandé par un levier à main, agit sur le différentiel.

Le moteur est à quatre cylindres. Sa puissance est de 30 chevaux à 600 tours pour le grand omnibus, 20 chevaux à 800 tours pour les deux autres véhicules.

Le diamètre des cylindres est de 90 millimètres; la course 125 millimètres pour le moteur de 30 chevaux; les moteurs de 20 chevaux ont 82 millimètres d'alésage et 90 millimètres de course.

Les roues sont du système Soulas, avec bandages en caoutchouc plein.

Pour l'omnibus de 30 places, le poids est de 4 270 kilogr. à vide, 6 370 kilogr. en charge; la vitesse est de 16 à 20 kilom. Pour l'omnibus de 14 places, le poids est de 3 200 kilogr. à vide, 4 600 kilogr. en charge; la vitesse 20 à 25 kilom. Pour le camion, le poids est de 2 800 kilogr. à vide, 3 800 kilogr. en charge, la vitesse 12 à 20 kilomètres.

AVANT-TRAIN LATIL.

— La question de la transformation des

véhicules à chevaux en automobiles, est une de celles qui ont été le plus controversées. Au début des applications pratiques de l'auto-

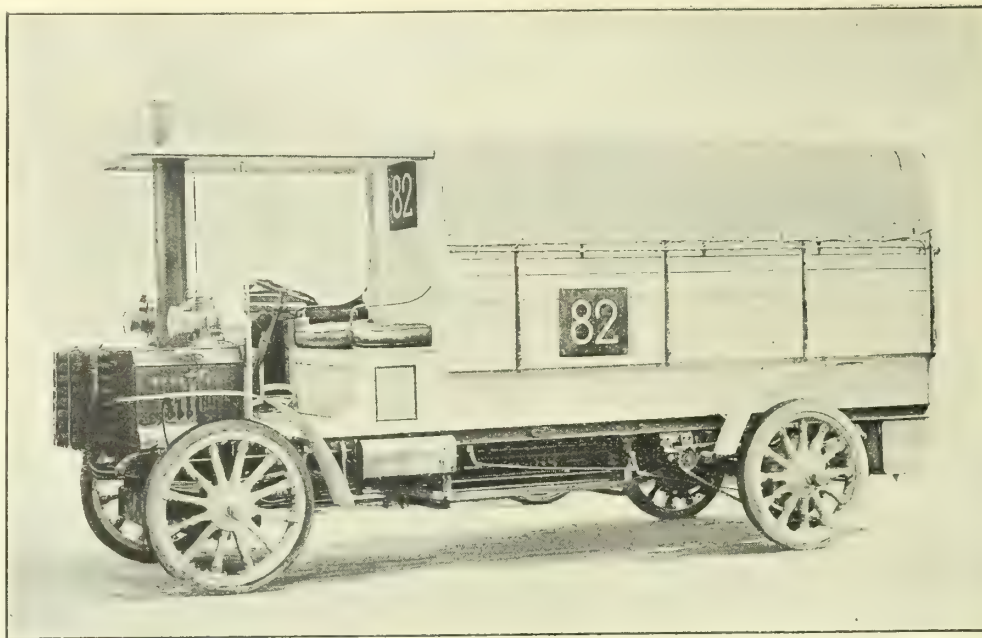


FIG. 6. — Fourgon militaire Gardner-Serpollet.

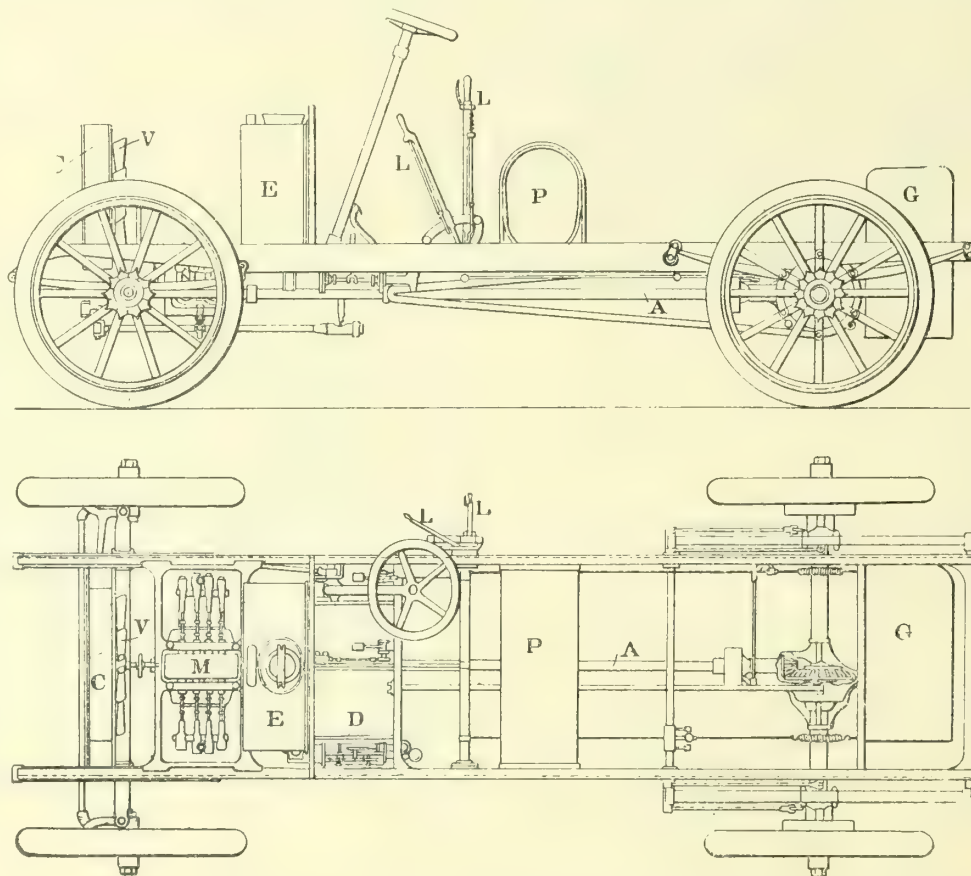


FIG. 7 et 8. — Élévation et plan du châssis Gardner-Serpollet.

A, arbre de transmission à joints cardan; — C, condenseur-radiateur; — D, petit-cheval actionnant la pompe double à eau et à pétrole; — E, réservoir d'eau; — G, chaudière; — L, leviers de commande et de frein; — M, moteur à vapeur; — P, réservoir de pétrole; — V, ventilateur pour le refroidissement du condenseur.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 46, p. 251.

(1) Voir dans le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 3, p. 33, la description de l'omnibus étudié pour la Compagnie Générale des Omnibus de Paris.

bilisme, l'ambition de beaucoup d'inventeurs avait été de réaliser des mécanismes s'adaptant aux voitures existantes, avec le minimum de modifications à celles-ci.

Plusieurs dispositions très ingénieuses ont été proposées ou réalisées, mais aucune, jusqu'ici, n'a pris un développement industriel comparable à celui de la voiture construite de toutes pièces.

Si cet échec relatif s'explique facilement pour les véhicules à voyageurs, où les considérations esthétiques jouent quelquefois un rôle primordial, et où les vitesses à atteindre excluent souvent à elles seules l'emploi de véhicules déjà existants, il ne s'ensuit pas que certains véhicules industriels ne puissent être avec avantage transformés de cette façon.

Constatons, en tout cas, qu'un système de ce genre, l'avant-train Latil (fig. 9), paraît se développer, et que trois véhicules, dont un fourgon militaire, engagés dans le concours, s'y sont bien comportés.

Cet avant-train se compose d'un châssis en bois armé, reposant sur l'essieu d'avant par une suspension à trois ressorts. Ce châssis se bou-
lonne à celui de la voiture existante.

Le moteur et le changement de vitesses, dont les axes sont parallèles aux essieux, sont montés sous un capot qui recouvre le tout, et attaquent, par l'intermédiaire d'engrenages droits seulement, les deux roues d'avant, qui sont à la fois motrices et directrices.

Le différentiel suit les mouvements de l'essieu; il est relié au changement de vitesses par un arbre à cardans; il attaque les deux roues par l'intermédiaire de pignons enfermés dans des carters; afin de permettre le braquage des roues, chacun des arbres des pignons est brisé par une rotule, dont l'axe d'articulation se trouve dans le prolongement de la brisure de l'essieu.

La transmission comporte trois vitesses et une marche arrière, commandées par un levier unique au-dessus du volant de direction. Il est à remarquer que ce système permet le freinage des quatre roues, et que, comme dans tous les véhicules moteurs par l'avant, le dérapage s'y trouve fortement atténué.

(A suivre.)

Ch. DANTIN.

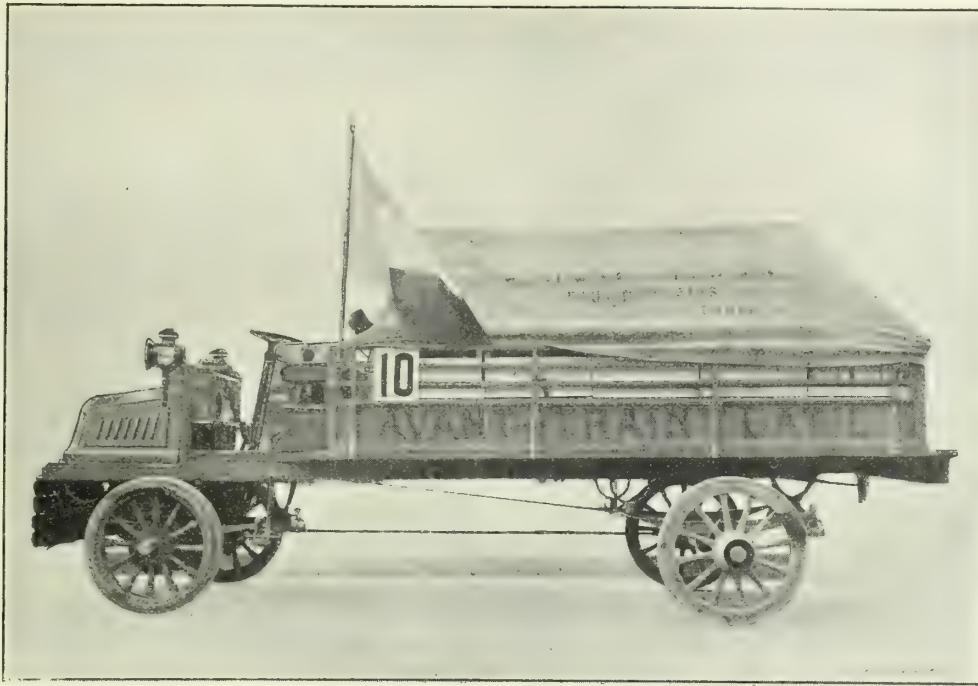


FIG. 9. — Camion muni d'un avant-train Latil.

CHIMIE INDUSTRIELLE

UTILISATION DE L'AZOTE ATMOSPHERIQUE

Fabrication électrique des cyanures et des nitrates.

Le développement pris par l'agriculture, depuis la première moitié du siècle dernier, a fait naître un besoin toujours croissant d'engrais divers, et particulièrement de produits azotés. A ce dernier point de vue, la découverte des guanos du Pérou, puis celle des salpêtres du Chili, semblaient offrir une source inépuisable; cependant il n'y a plus de guano depuis longtemps, et les nitrates, d'après des statistiques autorisées, seront épuisés avant un demi-siècle.

L'exportation du salpêtre du Chili était en 1860, époque qui marque le début de son exploitation, de 65 000 tonnes; elle a suivi la progression suivante :

182 800 tonnes en 1870;	1 023 000 tonnes en 1890;
225 000 — en 1880;	1 453 000 — en 1900.

Entre temps, étaient nées les industries des matières explosives et des couleurs d'aniline qui sont, avec l'agriculture, les trois grands consommateurs de nitrates.

L'importation du salpêtre, en Europe, représente actuellement une valeur supérieure à 310 millions de francs. On conçoit donc, même en dehors de la question de l'épuisement prochain des nitrates naturels, quel intérêt il y aurait à s'affranchir du tribut considérable payé à l'Amérique du Sud, en créant, avec l'inépuisable réservoir d'azote qu'est l'atmosphère, les différentes combinaisons nitrées nécessaires à l'agriculture et à l'industrie.

L'idée d'obtenir des composés azotés en partant de l'azote atmosphérique n'est pas nouvelle. Déjà Priestley, vers 1783, avait combiné l'azote et l'oxygène en présence de l'étincelle électrique, et avait démontré la présence d'acides nitreux et nitrique dans les pluies d'orage. Bunsen, vers 1840, obtint du cyanogène et de l'ammoniaque en faisant passer un courant d'azote sur un mélange de charbon et de potasse chauffé au rouge. Marguerite et Sourdeval, puis Mond et Solvay, ces derniers en remplaçant la potasse par la baryte, essayèrent de rendre cette réaction industrielle, mais ils échouèrent. La cause de leur insuccès était vraisemblablement due à l'insuffisance de la température.

La synthèse de l'acide cyanhydrique, par Berthelot, en 1869, au moyen d'acétylène et d'azote, en présence de l'étincelle électrique,

puis celle du cyanure de potassium, par un courant d'azote passant sur un mélange de charbon et de carbonate de potasse chauffé au rouge blanc, suscitèrent encore quelques essais, mais sans résultats industriels.

Actuellement, la solution du problème de l'utilisation de l'azote atmosphérique est demandée à des procédés ayant recours à l'électricité, à la chimie et à la biologie. Si la solution n'est pas encore complète, des résultats très encourageants ont déjà été obtenus.

Grâce aux progrès de l'industrie électrique, les températures élevées, que n'avaient pu obtenir Mond et Solvay, sont atteintes aujourd'hui par le moyen du four électrique, et la réalisation de la réaction de Priestley, oxydation de l'azote atmosphérique, est devenue pratiquement possible par l'emploi des dynamos. Ces deux méthodes qui conduisent, l'une aux dérivés du cyanogène, l'autre à l'acide nitrique et aux nitrates, sont, à l'heure actuelle, les deux solutions les mieux étudiées du problème. Elles sont entrées dans le domaine industriel et nous y reviendrons plus loin.

Le procédé purement chimique est représenté par la synthèse de l'ammoniaque à partir de l'azote et de l'hydrogène. Le docteur H. C. Wolterreck a étudié les conditions de cette synthèse en présence d'oxyde de fer ou de chrome. Plus récemment, en collaboration avec M. W. Eschweiler, il a obtenu également de l'ammoniaque en faisant passer un courant d'air et de vapeur d'eau sur de la tourbe en combustion lente. D'après lui, on obtiendrait de cette façon 5 tonnes d'ammoniaque avec 100 tonnes de tourbe. L'ammoniaque, transformée en sulfate, par absorption dans l'acide sulfurique, constitue un engrais azoté excellent. Enfin, le professeur E. P. Permann a publié récemment, dans les *Chemical News* (1905, p. 283), un travail intéressant sur les méthodes de synthèse de l'ammoniaque.

Le procédé biologique consiste à utiliser le mode de fixation de l'azote, tel qu'il a lieu dans la nature par les plantes de la famille des légumineuses. En arrosant le sol, en temps convenable, avec une culture des bacilles fixateurs d'azote, qui vivent dans les nodules de ces plantes, on détermine l'enrichissement du sol en azote.

Ce procédé, né en Allemagne, ne donna pas, tout d'abord, de bons résultats. Le docteur G. T. Moore, directeur du Laboratoire de physiologie végétale, au Département de l'Agriculture, à Washington, attribua la cause de cet insuccès à la présence d'un excès de substances azotées dans le milieu de culture. En cultivant ces microorganismes dans des milieux très pauvres en azote, il est arrivé à augmenter considérablement leur pouvoir fixateur d'azote, à décupler même celui qu'ils possèdent naturellement dans les plantes.

D'après M. J. Garçon (1), le procédé du docteur Moore consiste à recueillir aseptiquement les nodosités des racines de légumineuses et à les introduire, à l'état divisé, dans un bouillon stérile contenant : 1 % d'agar, 1 % de sucre de canne ou de maltose, 0,02 à 0,05 % de sulfate de magnésie, et 0,01 % de phosphate monopotassique. La quantité de sucre peut être portée à 10 %, celle de sulfate de magnésie à 1 %, celle de phosphate de potasse à 2 %. Cette première culture étant obtenue, on prélève 1 centimètre cube qu'on sème dans 100 litres d'un second milieu contenant : 1 % de sucre de canne, 0,02 à 0,05 % de sulfate de magnésie, 0,1 % de phosphate monopotassique. La prolifération a lieu rapidement entre 20 et 30 degrés, avec absorption d'azote. On arrose le sol avec ce liquide. Pour la conservation on plonge, dans la culture, du coton hydrophile stérile que l'on sèche ensuite. Le microbe se conserve ainsi indéfiniment. Pour les besoins de l'agriculture, on cultive dans l'eau de pluie et on laisse de douze à vingt-quatre heures avant de répandre sur le sol. Pour accélérer la multiplication, on peut ajouter 1 % de phosphate d'ammoniaque.

Cette solution, très élégante, ne résout la question qu'au point de vue de l'agriculture, elle n'est d'aucune utilité pour l'industrie chimique qui demande des nitrates et des cyanures. C'est sur les procédés qui permettent d'obtenir ces composés que nous allons maintenant donner quelques détails.

Fabrication du cyanamide de calcium et des cyanures. — L'idée de fixer l'azote sur les carbures préparés dans le four électrique revient à M. Moissan, mais l'étude de cette question est due surtout aux travaux de MM. Franck et Caro qui fixèrent dès 1895 les conditions dans lesquelles a lieu la combinaison de l'azote avec les carbures alcalins et alcalino-terreux : en particulier, avec le carbure de baryum et le carbure de calcium.

Chauffés au rouge vif dans un courant d'azote, les carbures de baryum et de calcium donnent des combinaisons azotées, qui, par fusion avec un fondant approprié, se transforment en cyanures alcalins.

Ces procédés, qui font l'objet des brevets allemands Franck et Caro, n°s 88 363, 92 587, 95 660, 108 971, 116 087, 116 088, sont exploités par la Cyanidgesellschaft, de Berlin, due à l'initiative de la maison Siemens et Halske, du Gold- und Silber-Scheide Anstalt, de Francfort, et du professeur Franck.

Au début, le carbure employé était celui de baryum. Le procédé consistait à faire passer l'azote sur du carbure de baryum en poudre fine, contenu dans un moufle de fer chauffé au rouge. Le produit obtenu était ensuite transformé en cyanure de sodium par fusion avec de la soude. En traitant par l'eau, on obtenait une solution de cyanure de sodium et du carbonate de baryum insoluble qui, après dessiccation, entrait à nouveau dans la fabrication du carbure.

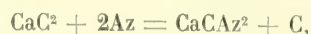
La solution de cyanure de sodium était transformée en prussiate jaune; après filtration et évaporation dans le vide, on obtenait des cristaux de ferrocyanure $(\text{CAz})_6\text{FeR}^6 + 10\text{Aq}$, qu'on purifiait par une nouvelle cristallisation ou qu'on transformait en cyanure de potassium par le procédé au potassium.

L'intéressant au point de vue chimique, c'est que dans la première partie de ce procédé, c'est-à-dire dans l'action de l'azote sur le carbure, 30 % seulement du carbure de baryum sont transformés en cyanure, d'après la réaction : $\text{BaC}_2 + 2\text{Az} = (\text{CAz})_2\text{Ba}$; le reste subit la réaction : $\text{BaC}_2 + 2\text{Az} = \text{BaCAz}_2 + \text{C}$ et se trouve à l'état de cyanamide de baryum. Ce composé ne se transforme en cyanure de baryum qu'ultérieurement, lors de la fusion avec la soude.

Le carbure de baryum employé titrait 80 %. La masse azotée obtenue titrait environ 11 % d'azote. Les opérations successives : fusion, dissolution, évaporations, entraînaient une perte d'azote d'environ 14 %.

Des études ultérieures ont montré que le carbure de calcium pouvait également bien conduire à ce résultat. La masse azotée obtenue se laisse de même facilement transformer en cyanure et de plus elle a l'avantage de pouvoir servir directement comme engrais azoté.

Avec le carbure de calcium, la réaction est un peu différente, elle a lieu suivant



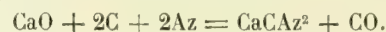
c'est-à-dire qu'il ne se forme plus de cyanure, mais seulement du cyanamide calcique, avec dépôt de charbon.

La marche du nouveau procédé est différente de celle qui était suivie anciennement avec le carbure de baryum. En particulier : la fusion s'effectue, non plus avec de la soude, mais avec du sel marin; l'acide cyanhydrique est mis en liberté par un acide minéral et est absorbé par une solution alcaline; enfin, la solution de cyanure de sodium est évaporée dans le vide.

Le carbure de calcium employé titre de 75 à 80 %; il absorbe, soit dans un four à moufle, soit dans un four chauffé électriquement, de 85 à 95 % de la quantité d'azote théorique. La masse noire obtenue est un mélange de cyanamide de calcium, de chaux et de charbon, titrant environ 20 à 23,5 % d'azote combiné. La transformation en cyanure par fusion avec du sel marin, se fait avec un rendement

d'environ 90 à 95 % de l'azote primitivement fixé. D'après le docteur Erlwein, la Cyanidgesellschaft serait arrivée à obtenir, du premier jet, un produit titrant 30 % de cyanure, qui pourrait servir directement pour l'extraction de l'or.

Actuellement, on emploie de l'azote pur et la combinaison s'effectue directement dans un four électrique à résistances, à partir de la chaux et du charbon :

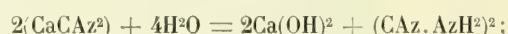


Ce procédé est beaucoup plus économique que l'ancien.

Enfin le cyanamide de calcium se laisse facilement transformer sous l'action de l'eau en dicyanamide $(\text{C}_2\text{Az}_2\text{H}_4)$ tenant 66 % d'azote. Ce composé, qui est cristallisé, a donné naissance à une nouvelle méthode de préparation des cyanures alcalins, qui consiste en une simple fusion avec du carbonate de soude. Dans cette opération, le dicyanamide se transforme en cyanure de sodium; il se dégage en même temps de l'ammoniaque qui est absorbée dans de l'acide sulfurique à l'état de sulfate et il se produit un sublimé de cyanamides condensés, qu'on fait rentrer dans les fusions ultérieures.

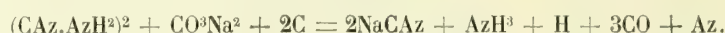
Le docteur Erlwein représente ce nouveau procédé par les deux formules suivantes :

1° Action de l'eau :



il se fait de la chaux et du dicyanamide;

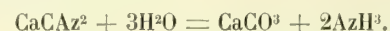
2° Fusion :



Ce procédé fournit directement un cyanure de sodium blanc, cristallisé, très pur, et a l'avantage d'éviter les inconvénients qui accompagnent la concentration des solutions aqueuses de cyanure.

Indépendamment de l'intérêt que présente le cyanamide de calcium pour la préparation des cyanures alcalins, son emploi direct comme engrais azoté est un fait d'une grande importance.

Ce corps chauffé avec de l'eau sous pression donne de l'ammoniaque et du carbonate de chaux :



Cette réaction fit supposer que le cyanamide de calcium pourrait subir une décomposition analogue dans le sol, et conduisit à l'idée de l'employer en agriculture.

Des expériences dans ce sens ont été faites par le professeur Wagner à Darmstadt et par le docteur Gerlach à Posen. Il ressort de ces expériences, qu'en effet, l'azote du cyanamide de calcium se transforme dans le sol en ammoniaque, lequel se nitrifie ensuite. A teneur égale en azote, le cyanamide de calcium équivaut sensiblement au sulfate d'ammoniaque : il n'est même que de très peu inférieur au nitrate de soude.

Suivant le procédé de fabrication employé, le cyanamide de calcium brut, employé en agriculture, contient de 14 à 22 % d'azote, sa richesse en azote est donc très voisine de celle du sulfate d'ammoniaque ou du salpêtre du Chili. Le cyanamide de calcium s'emploie à raison de 150 à 300 kilogr. par hectare. On le répand une semaine ou deux avant les semailles et on fait suivre d'un labour.

Dans le cas où l'énergie électrique est à bon marché, le cyanamide de calcium peut, d'après le professeur Franck, soutenir avantageusement la concurrence avec le salpêtre du Chili et le sulfate d'ammoniaque. La production du cheval-heure électrique, pendant une année, est de 1 250 kilogr. de cyanamide calcique brut. En Italie, une puissance d'environ 3 000 chevaux est déjà employée à cette fabrication.

Quant au cyanamide et au dicyanamide, leur valeur comme engrais n'est pas encore bien établie, mais leur effet semble facile à prévoir car le cyanamide, par simple fixation d'eau, donne de l'urée, et chauffé sous pression avec de l'eau, il donne de l'ammoniaque, comme le cyanamide calcique.

Enfin ces cyanamides, obtenus pour la première fois industriellement, trouveront peut-être un emploi dans la préparation de composés azotés complexes : alcaloïdes et matières albuminoïdes. Rappelons, par exemple, qu'en combinant la sarcosine avec le cyanamide, on obtient la créatine $\text{C}_4\text{H}_7\text{Az}_3\text{O}$, principe immédiat contenu dans le tissu musculaire.

Quoi qu'il en soit, l'utilisation de l'azote atmosphérique pour les besoins de l'industrie des cyanures et de l'agriculture est maintenant un fait accompli. La rapidité avec laquelle cette industrie s'est créée et perfectionnée, montre une fois de plus tous les progrès que l'on est en droit d'attendre de l'introduction de l'électricité dans les arts chimiques.

Fabrication électrique de l'acide nitrique et des nitrates. — La fabrication électrique des nitrates à partir de l'azote atmosphérique est certainement la solution la plus générale de la question qui nous occupe. Actuellement le problème consiste à combiner l'azote et l'oxygène sous l'influence d'un courant électrique à haute tension; les vapeurs nitreuses qui se sont produites, sont ensuite absorbées dans un alcali et donnent un mélange de nitrite et de nitrate.

Les premiers travaux faits dans cette voie furent ceux de Crookes (1), Losanitsch (2), Lepel (3), Salvadori (4), Lord Rayleigh (5). Ce dernier faisait jaillir une série d'étincelles se succédant rapidement dans de l'air humide confiné; les produits nitreux étaient ensuite absorbés par une solution aqueuse d'alcali. Les rendements étaient faibles: environ 36^{gr} 8 d'acide nitrique par cheval-heure électrique.

L'oxydation de l'air a lieu suivant la formule:



La réaction est donc fortement endothermique. Le rendement en bioxyde d'azote AzO est d'autant plus grand, que la température du foyer de réaction est plus élevée, que le rapport entre les volumes d'azote et d'oxygène est plus voisin de l'unité, et que la distance entre les électrodes est plus petite. Ces résultats peuvent se déduire de la loi des équilibres chimiques de Guldberg et Waage, qui donne dans le cas qui nous occupe:

$$K = \frac{C_{\text{Az}^2} \cdot C_{\text{O}^2}}{(C_{\text{AzO}})^2},$$

dans laquelle C représente la concentration en volume.

Muthmann et Hofer en soumettant l'air, pour lequel $\frac{C_{\text{Az}^2}}{C_{\text{O}^2}} = 4$, à l'influence d'étincelles électriques, d'une température de 1 800 degrés, ont obtenu comme valeur de la constante $K = 119$, et comme rendement 3,6 volumes % d'AzO.

D'après ces auteurs, la dépense d'énergie serait de 417 660 calories, pour obtenir pratiquement une molécule de bioxyde d'azote, soit 30 grammes. Dans ces conditions, on voit que la quantité de chaleur employée pour échauffer les gaz qui n'entrent pas en réaction, est environ seize fois plus grande que la chaleur utile absorbée pour la formation du bioxyde d'azote. On peut, il est vrai, récupérer la moitié de cette chaleur en disposant une double circulation des gaz; la dépense nécessaire pour obtenir 1 kilogr. d'acide nitrique, soit 497 grammes d'AzO est alors de 7,71 kilowatts-heure soit 10 chevaux-heure. En comptant, avec Muthmann et Hofer, le prix du cheval-heure à 2,5 centimes, le prix de revient du kilogramme d'acide nitrique serait de 27 centimes.

Si on ajoute de l'oxygène à l'air, de manière que les volumes d'azote et d'oxygène soient égaux, $\frac{C_{\text{Az}^2}}{C_{\text{O}^2}} = 1$, avec $t = 1\,800$ degrés centigrades, on obtient $K = 119$ et une concentration $C_{\text{AzO}} = 4,6$ volumes %; c'est-à-dire que le rendement s'élève à 4,6 volumes d'AzO %. La quantité d'énergie nécessaire pour obtenir une molécule d'AzO est en même temps diminuée. L'économie est d'environ 25 %, mais la dépense occasionnée pour la préparation de l'oxygène réduit de beaucoup ce bénéfice.

La formation du bioxyde d'azote étant fonction de la température, il était à prévoir qu'en élevant la température du four, le rendement augmenterait rapidement. C'est ce qui ressort des recherches d'Ewald Rasch. Ce dernier a d'abord proposé un four électrique à résistances constituées par certains oxydes métalliques, magnésie, oxydes de thorium et de zirconium, employés à l'origine par Nernst pour sa lampe à incandescence. La température maximum qu'on peut obtenir avec ces corps oscille entre 2 200 et 2 450 degrés d'après les mesures photométriques effectuées par Lummer à propos de la lampe Nernst. Le rendement obtenu avec ce four, s'est élevé à 7,3 volumes d'AzO %.

Pour obtenir des températures plus considérables, Ewald Rasch fait jaillir un arc électrique entre les conducteurs secondaires cités plus haut, que l'on peut considérer comme inattaquables. Le courant ne passe qu'après échauffement préalable des électrodes. La température de l'arc ainsi obtenu est plus élevée que celle de l'arc jaillissant entre deux charbons; elle dépasse certainement 4 000 degrés. En admettant seulement cette dernière température, le rendement en bioxyde d'azote peut atteindre 46 %. Voici, d'ailleurs, à ce sujet un tableau établi par le docteur A. Wiesler (6), d'après les données de E. Rasch, indiquant les prix de revient de ces divers procédés:

PROCÉDÉ DE FABRICATION	TEMPÉRATURE du four en degrés	RENDEMENT volumétrique % en AzO	DÉPENSE D'ÉNERGIE en kilowatts		PRIX EN FRANCS des 100 kilogr. d'acide nitrique
			POUR AZO	POUR AZO ² H	
Muthmann et Hofer. . .	1 800	3,65	0,55	8,73	30,00
Rasch, four à résistances. .	2 115	7,30	0,319	5,07	17,50
Rasch, four à arc . . .	3 727	46,00	0,1391	2,21	7,60

À côté de ces recherches, qui sont plutôt des expériences de laboratoire, des essais industriels ont été tentés.

En Amérique, la Société The Atmospheric Products Co, à Jersey City, fondée en 1902, avec un capital de 1 million de dollars, exploite les procédés de C. S. Bradley et R. Lovejoy, protégés par le brevet anglais 8 230 et le brevet américain 709 687. Le principe de ces procédés est de diviser l'arc électrique en un grand nombre d'autres plus petits. L'air traverse toutes ces petites décharges et l'oxydation de l'azote a lieu.

L'appareil dans lequel se produit la réaction, est un cylindre vertical en fer dont l'axe est formé par un arbre en acier, mis en mouvement par un moteur faisant 500 tours à la minute. Cet arbre vertical est relié avec le pôle positif de la génératrice, et porte vingt-trois douilles de laiton; chacune de ces dernières envoie horizontalement six petites tiges métalliques terminées par une aiguille de platine. En regard de ces dernières et en même nombre, se trouvent les électrodes négatives qui sont disposées en six séries de vingt-trois fils, dans la paroi du cylindre. Ces fils sont soigneusement isolés à leur entrée dans l'appareil, au moyen de porcelaine, et se terminent à l'intérieur par une courte pointe de platine dirigée vers le bas. Pendant la rotation de l'axe vertical, dès que deux pôles sont en regard, l'étincelle jaillit, mais comme le pôle positif s'éloigne ensuite, l'étincelle s'allonge et atteint une longueur de 100 à 150 millimètres. Par suite de la grande vitesse de rotation de l'arbre vertical, il se produit un très grand nombre d'étincelles.

Le courant est fourni par une dynamo de 45 kilowatts de la Wayne Electric Co, donnant en moyenne un courant de 0,75 ampère sous 8 000 volts, mais pouvant produire, au besoin, une intensité de plusieurs ampères sous une tension de 15 000 volts. Ce courant alimente 185 contacts qui s'établissent et se rompent cinquante fois par seconde, de sorte que chaque arc reçoit 0,015 ampère. Le nombre de ces petits arcs s'élève à 6 900 par seconde, la durée de chacun d'eux est de $\frac{1}{20\,000}$ de seconde.

L'air qui passe dans l'appareil est, au préalable, soigneusement desséché sur du chlorure de calcium afin d'éviter toute formation d'acide qui attaquerait les parties métalliques de l'appareil. D'ailleurs, l'intérieur de l'appareil est recouvert d'un vernis à l'asphalte et le tout est maintenu à une température d'environ 80 degrés.

Les gaz qui s'échappent de l'appareil traversent d'abord un réservoir de fer dans lequel la réaction se continue, puis s'en vont dans une tour d'absorption. Cette tour est en matériaux inattaquables aux acides et est remplie de coke. Suivant qu'on a en vue la préparation de l'acide nitrique ou des nitrates, on arrose avec de l'eau ou avec une solution de soude. Dans ce dernier cas, il se forme un mélange de nitrite et de nitrate pouvant fournir 65 grammes d'acide nitrique par cheval-heure, soit 1 kilogr. d'acide nitrique pour 15,4 chevaux-heure électriques. L'installation doit travailler avec 2 000 chevaux-heure, alors qu'il en faudrait 150 000 pour répondre à la seule consommation des États-Unis en acide nitrique.

L'économie de ce procédé dépend uniquement du prix de l'énergie électrique et des frais de concentration des solutions étendues d'acide nitrique.

La dépense d'énergie étant de 15,4 chevaux-heure, pour produire 1 kilogr. d'AzO²H, et le prix du cheval-heure étant fixé à 0 fr. 56 dans le cas d'une chute d'eau, le prix de revient des 100 kilogr. d'acide nitrique serait d'environ 8 fr. 60.

Pour les besoins de l'agriculture on peut, dans bien des cas, remplacer le nitrate de soude ou de potasse par du nitrate de chaux. La saturation des 100 kilogr. d'acide par la quantité correspondante de chaux, coûterait environ 1 franc, de sorte que ce produit pourrait facilement concurrencer les salpêtres du Chili qui coûtent, au titre de 95 %, de 24 à 25 francs les 100 kilogrammes.

Si au lieu du courant continu on emploie du courant alternatif à haute tension, on peut réaliser une économie d'énergie par suite de la diminution de la résistance de l'air entre les électrodes et des effets d'ionisation dus aux hautes fréquences. Des recherches dans cette voie ont été faites successivement par Mac Dougall et Howles, von Lepel, Kowalski et Moscicki. Ces derniers utilisent, pour produire les produits nitreux, des tours isolées, dont l'axe, muni de rayons en aluminium, amène un courant oscillatoire à 50 000 volts. En regard des rayons d'aluminium se trouvent des tiges de même métal fixées dans la paroi de la tour. La distance entre les électrodes est de 20 centimètres.

Une bobine de self-induction est mise en série avec trois autres bobines de self couplées en parallèle. Chacune des trois bobines est mise en série avec un condensateur. L'une des armatures du condensateur est reliée avec l'une des électrodes de la tour, tandis que l'autre armature est reliée à la bobine de self. L'intensité de la décharge oscillante est de 0,05 ampère sous 50 000 volts; cette intensité est fonction de la capacité des condensateurs. Le rendement en acide nitrique est d'environ 53 grammes d'acide par kilowatt-heure. Il augmente naturellement si l'on ajoute à l'air la moitié de son volume d'oxygène.

D'après M. A. Nodon, le procédé Kowalski et Moscicki, appliqué à un mélange d'air et d'oxygène obtenu par la liquéfaction de l'air, permet-

(1) Chem. News, 65, 301.

(2) Jahrbuch der Elektrochemie, 4, 385.

(3) Berl. Berichte, 30, 1 027.

(4) Gaz. Chim. ital., 30, II, 389.

(5) J. Chem. Soc., 71, 181-1897.

(6) Zeitschrift für angewandte Chemie, 1904.

trait d'obtenir les 100 kilogr. d'acide nitrique à raison de 9 fr. 50. Dans cette évaluation, le kilowatt-heure est compté à raison de 0 fr. 0095.

Un perfectionnement important à apporter à ce procédé, consisterait à tripler ou à quadrupler la tension actuelle de 50 000 volts. Cette tension ne peut pas être dépassée avec les transformateurs alternatifs, mais les machines électrostatiques à plateaux multiples pourraient conduire à ce résultat. Elles permettent, en effet, d'obtenir des voltages élevés, et le caractère oscillatoire de la décharge est assuré à l'aide de condensateurs. D'après M. Ch. Brandt, une puissance de 1 kilowatt suffit pour faire mouvoir treize machines électrostatiques Noé, à six plateaux. Groupées en batteries, ces machines produiraient de 50 à 58 grammes d'acide nitrique par heure.

Un appareil, différent des précédents comme principe, a été présenté l'an dernier, au Congrès des Électriciens de Saint-Louis. Il est dû au professeur C. Birkeland et au docteur S. Eyde, de Christiania. Ces inventeurs ont utilisé le fait bien connu qu'un courant (conséquent un arc) situé dans un champ magnétique est dévié à angle droit de sa direction primitive. Ils produisent ainsi l'interruption du courant, en donnant aux étincelles une grande longueur.

L'appareil comprend deux électrodes horizontales reliées à la génératrice, avec une bobine d'induction en série (fig. 1), de façon à avoir un champ horizontal perpendiculaire à la direction de l'arc. Ce dernier est dévié vers le haut ou le bas, puis interrompu, pendant qu'un nouvel arc se forme et subit les mêmes transformations. On peut ainsi obtenir des milliers d'étincelles par seconde, mais, en pratique, on se contente de quelques centaines seulement.

Si on alimente avec du courant continu, les déviations ont toujours lieu dans le même sens et les étincelles successives donnent l'impression d'un disque demi-circulaire. Si on alimente par du courant alternatif, les étincelles successives subissent des vibrations et présentent l'aspect d'un disque.

L'air atmosphérique que l'on soumet à l'action de l'arc, se réchauffe d'abord dans une série de canaux (fig. 2), puis pénètre dans la chambre de l'arc, avec lequel il doit entrer en contact aussi intime que possible.

A la sortie, l'air est chargé de 2 à 3% de bioxyde d'azote que l'on transforme en peroxyde dans un récipient en tôle émaillée, arrosé d'une pluie d'acide nitrique. A la suite, se trouvent quatre tours d'absorption arrosées d'eau et enfin une tour contenant de la soude caustique. Cette dernière absorbe les dernières traces de gaz en donnant un mélange de nitrate et de nitrite, qui sert à la préparation du nitrite pur.

Tandis que dans les appareils de Bradley et Lovejoy et dans ceux de Kowalski, on s'efforce de réduire l'énergie de chaque arc à son minimum pour avoir un système économique, l'appareil de Birkeland, au contraire, permet d'employer des arcs puissants, et on sait que le rendement augmente avec l'énergie mise en jeu entre les électrodes. Un four de ce système, d'une puissance de 500 kilowatts, a fonctionné pendant plusieurs centaines d'heures, sans inconvénients pour les électrodes, résultat dû à la variation des points de contact de l'arc. Grâce à ce fait, on peut employer des électrodes en fer ou en cuivre. Les dimensions de l'appareil permettent de disposer une circulation d'air ou d'eau froide.

La production de ce four est de 900 kilogr. d'acide azotique (AzO^3H) pour 1 kilowatt-année.

Le docteur E. F. Røeber a proposé d'augmenter la surface utile des

étincelles en utilisant un champ tournant de manière que les arcs successifs occupent non plus un disque, mais une sphère.

Un des désavantages du procédé d'oxydation de l'azote, au moyen du courant électrique, est de conduire à un mélange de nitrite et de nitrate; or on sait que les nitrites ont une action plutôt nuisible sur les plantes. Le mélange obtenu est donc peu approprié aux besoins de l'agriculture: il faudrait, au préalable, oxyder complètement le nitrite à l'état de nitrate, mais, industriellement, cette oxydation ne marche pas encore bien.

L'absorption des vapeurs nitreuses par l'eau, en vue d'obtenir un acide nitrique à 55 %, est pratiquement possible, mais l'installation serait sans doute trop coûteuse pour conduire aux nitrates que réclame l'agriculture, et il n'est pas certain qu'on arrive de cette façon à abaisser suffisamment la teneur en acide nitreux.

Après l'agriculture, c'est l'industrie des explosifs qui consomme le plus d'acide nitrique. Pour cette application, on emploie un acide très concentré, tandis que l'acide obtenu électriquement titre tout au plus 55 % d' AzO^3H .

La question se pose donc de savoir si la concentration de cet acide, jusqu'au titre de 68 % d' AzO^3H (de densité 1,414), n'absorberait pas l'économie qui fait la valeur de ce procédé.

En résumé, si la fabrication industrielle par l'électricité de l'acide nitrique et des nitrates en est encore à ses débuts, elle n'en est pas moins très avancée, et tout fait espérer que les dernières difficultés d'ordre pratique seront bientôt vaincues.

Les recherches doivent tendre surtout à l'amélioration du rendement et à la diminution du prix de l'énergie électrique.

A. BOILEAU,
Ingénieur-Chimiste.

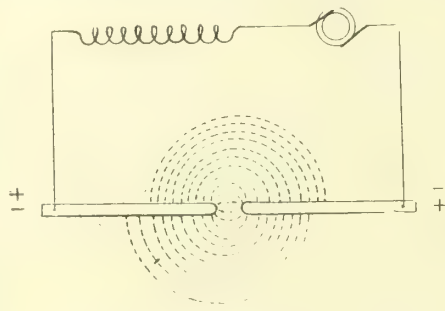


FIG. 1. — Schéma de l'appareil de MM. C. Birkeland et S. Eyde.

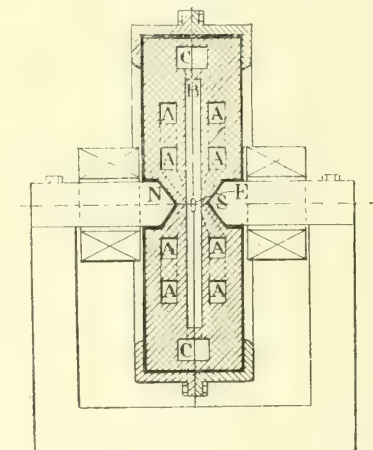


FIG. 2. — Appareil de MM. C. Birkeland et S. Eyde.

A, canaux pour le chauffage préalable de l'air; — B, chambre de l'arc; — C, canal de sortie de l'air chargé de bioxyde d'azote; — E, électrode.

MÉCANIQUE

PONT ROULANT ÉLECTRIQUE DE 30 TONNES

installé dans la grande Halle des Machines, à l'Exposition de Liège.

(Planche XVIII.)

Comme on a pu s'en rendre compte en étudiant les articles que le *Génie Civil* a récemment consacrés à l'Exposition de Liège (1), la section des machines présente un développement considérable, grâce à la large participation des industries belge, française et allemande. Il a

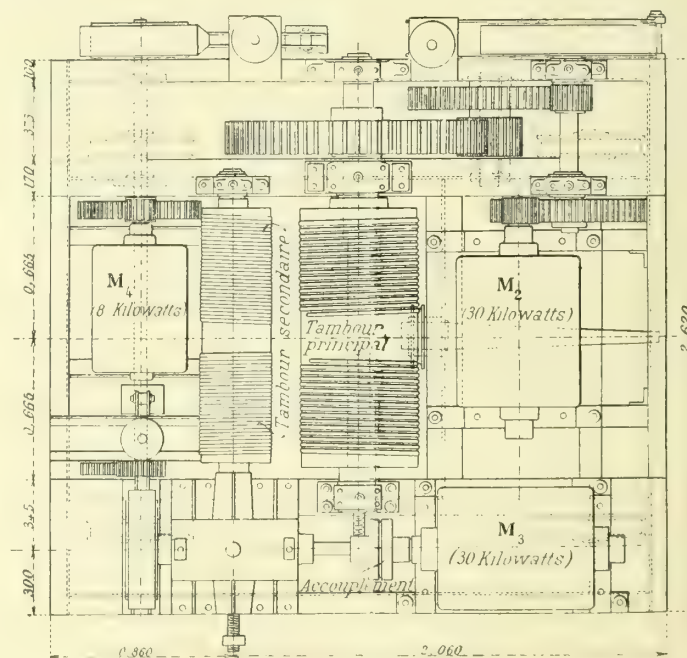


FIG. 1. — Plan du chariot.

donc fallu installer, dans la Halle des Machines, aux Vennes, un certain nombre de ponts roulants assez puissants, en raison de l'importance des grosses pièces à manœuvrer (par exemple, de machines motrices de laminoirs ou de machines d'extraction exposées par diverses Sociétés).

Parmi ces ponts roulants électriques, celui que représentent la

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 23, p. 369, et t. XLVII, n° 12, p. 193.

FONT ROULANT ÉLECTRIQUE DE 30 TONNES EXPOSÉ A LIÈGE

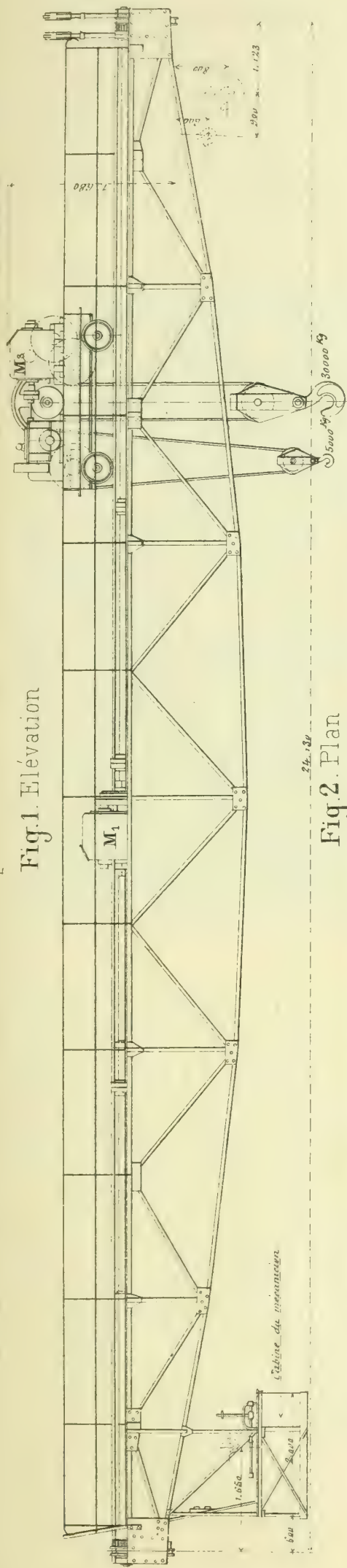


Fig. 1. Elevation

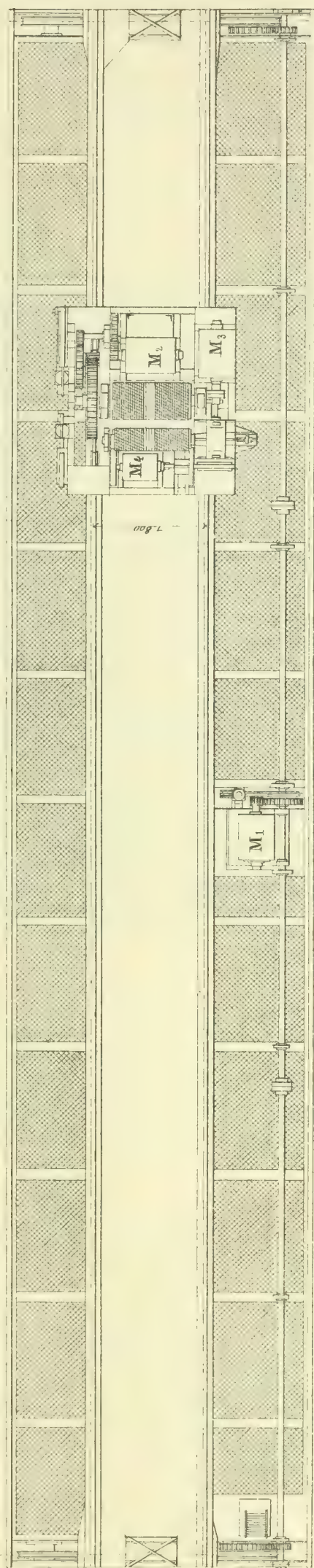


Fig. 2. Plan

Fig. 3. Coupe transversale

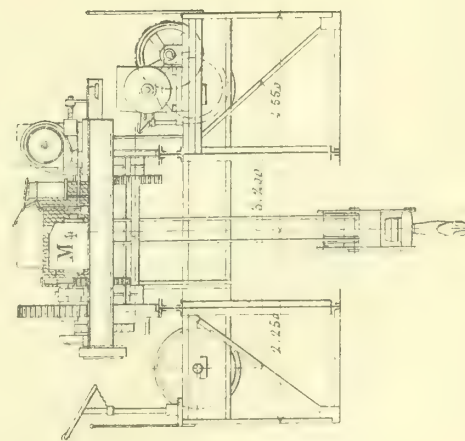


Fig. 4. Elevation du Chariot

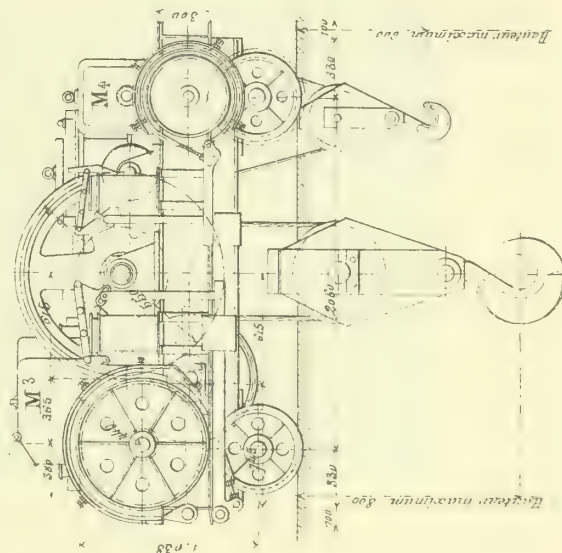


Fig. 5. Vue en bout du Chariot

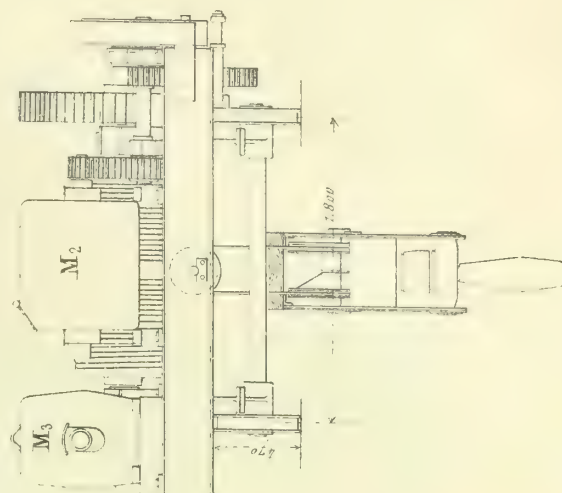


figure 1 du texte et les figures 1 à 5 (pl. XVIII), le seul qui ait été fourni par l'industrie allemande, appartient aux ateliers Stuckenholtz, de Wetter-sur-Ruhr, et présente une puissance de 30 tonnes, avec un appareil de levage auxiliaire de 5 tonnes, monté sur le même chariot. Sa portée atteint 24^m 15. L'équipement électrique a été fourni par la maison Siemens-Schuckert.

Nous n'insisterons pas sur la structure de la charpente, constituée, comme d'habitude, par deux poutres principales à membrure inférieure parabolique portant la plate-forme, les galets de roulement et le chariot. L'ensemble de la plate-forme est protégé par une balustrade, de façon à permettre en toute sécurité l'inspection des engrenages et autres pièces du mécanisme.

Ce pont est équipé avec quatre moteurs électriques, dont trois sur le chariot. Le moteur de translation M_1 est installé sur la plate-forme, à peu près au milieu de la portée, de façon à équilibrer les efforts de

tambour au moyen d'une roue dentée et d'une vis sans fin, enfermées dans une enveloppe à bain d'huile. La vis est en acier forgé, trempé et poli; la couronne de la roue est en bronze phosphoreux dur, avec denture taillée à la fraise. L'effort de butée est supporté par une couronne de billes. L'axe du moteur M_3 et celui de la vis sont reliés par un manchon d'accouplement élastique, et ce dernier axe porte un frein à bande.

Les vitesses de levage, pour les charges de 5 et 30 tonnes, sont respectivement de 25 mètres et 4^m 35 par minute.

La translation du chariot, commandée par le moteur M_4 , de 8 kilowatts, a lieu par l'intermédiaire d'engrenages droits, avec interposition d'un frein. Les galets de roulement sont en acier moulé. La vitesse est de 50 mètres par minute.

Pour prévenir tout accident à bout de course, les axes des tambours sont prolongés et filetés; des écrous montés sur ces filetages, et se

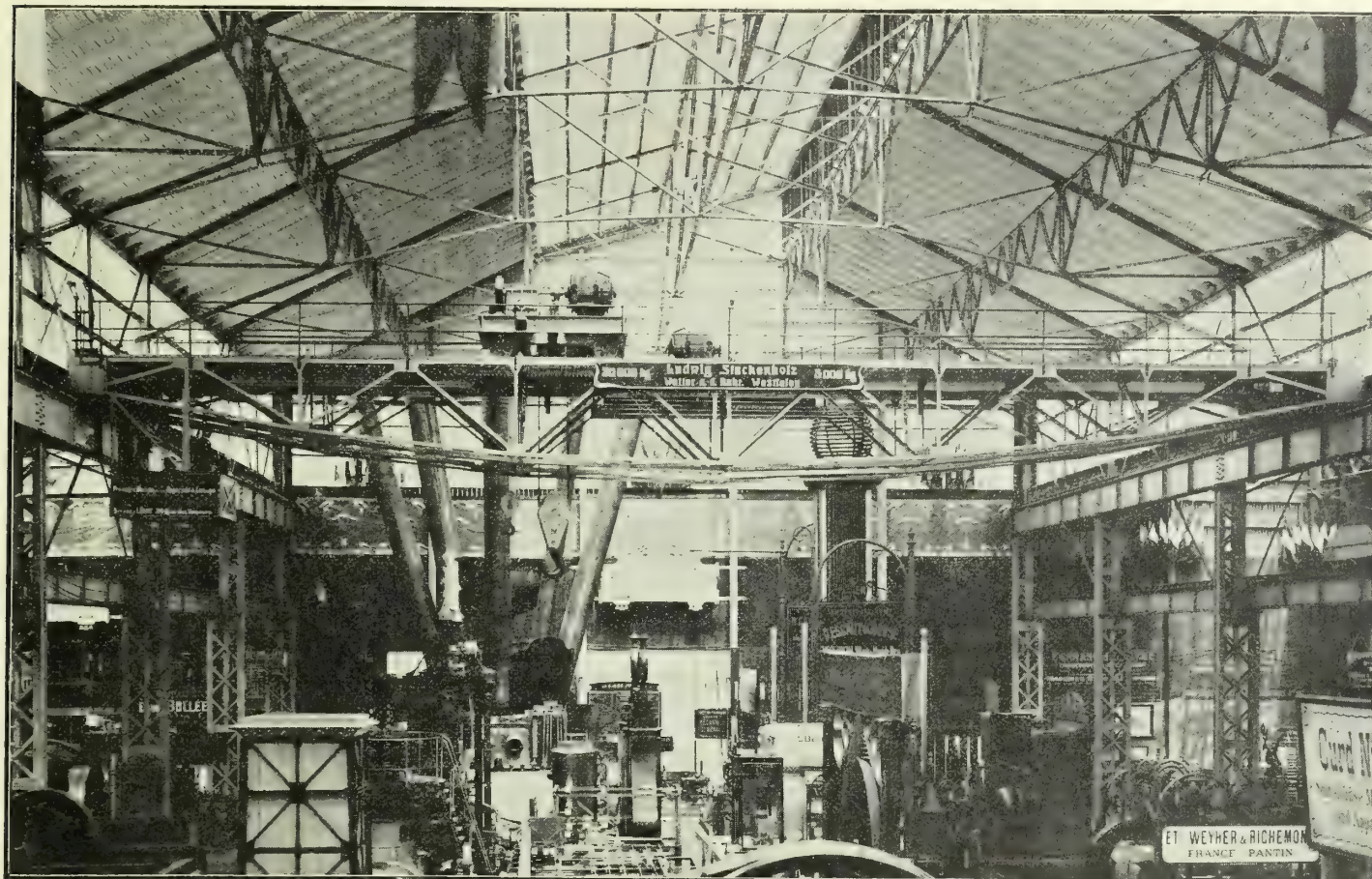


FIG. 2. — Pont roulant électrique de 30 tonnes des ateliers Stuckenholtz.

torsion sur l'arbre horizontal de transmission qui attaque les galets à chaque extrémité. Les pignons d'engrenages, par lesquels sont entraînés ces galets, sont en cuir vert; les paliers sont pourvus de coussinets en bronze à longue portée; le moteur est monté avec suspension élastique, de sorte que le démarrage s'effectue sans secousses. L'arbre de transmission porte un frein actionné par un électro-aimant, qui arrête presque instantanément le pont à l'endroit voulu, aussitôt après l'interruption du courant. Le moteur M_1 a une puissance de 30 kilowatts; il tourne à 400 tours environ, et imprime au pont, sous pleine charge, une vitesse de translation de 100 mètres par minute.

Le chariot, dont les figures 2 du texte et 4 et 5 (pl. XVIII) montrent les organes, possède, comme nous l'avons dit, deux tambours de levage, actionnés chacun par un moteur. Chaque crochet, d'un type proportionné aux charges à soulever, est monté à billes sur son attache, ce qui permet à un homme seul de faire tourner sur elle-même la pièce en levage; il est suspendu à un câble en acier galvanisé, qui s'enroule sur l'un des tambours. Ceux-ci sont munis de deux gorges ayant même pas, mais dirigés l'un à droite, l'autre à gauche, de sorte que, par l'enroulement simultané des deux brins sur ces gorges, le crochet n'éprouve aucun déplacement dans le sens horizontal tant que le chariot ne se déplace pas lui-même.

Le moteur de levage principal M_2 attaque le tambour par une série d'engrenages cylindriques; sur le premier arbre intermédiaire se trouve un frein à bande actionné par un électro-aimant. A la descente, le moteur M_2 travaille comme génératrice sur les résistances de démarrage, en formant frein.

Le moteur secondaire M_3 , d'une puissance de 30 kilowatts, comme le précédent (et tournant aussi à 400 tours environ), attaque le petit

déplaçant à mesure que la rotation des tambours se poursuit, produisant des contacts qui actionnent une sonnerie avertisseuse.

La cabine du mécanicien, située à l'une des extrémités du pont, au-dessous de la charpente, contient tous les appareils de commande et d'arrêt. Au-dessus se trouvent les prises de courant, qui suivent les fils conducteurs installés le long de la toiture. Le courant est fourni sous la tension de 440 volts.

A. C.

ART MILITAIRE

TORPILLES TERRESTRES AUTOMATIQUES

On a beaucoup parlé, depuis le commencement de la guerre russo-japonaise, des torpilles vigilantes que les deux adversaires ont semées dans la mer avec une imprudente prodigalité et qui se sont généralement montrées à peu près aussi malfaisantes pour les amis que pour les ennemis.

Le siège de Port-Arthur, d'autre part, a fourni l'occasion d'expérimenter l'efficacité des mines terrestres qu'on appelait autrefois des fougasses et que l'on nomme aujourd'hui des torpilles.

A tout prendre, l'effet destructeur d'une torpille terrestre, même fortement chargée, est assez faible, si on le compare à celui des armes à feu. Il est rare que l'explosion cause à l'assaillant des pertes très sensibles; mais son effet moral est considérable et suffit à justifier

son emploi. « Un terrain miné, dit un auteur militaire (1), inspire aux troupes les plus braves un sentiment de frayeur dont elles ne triomphent que par une longue habitude; il y a là un de ces facteurs physiologiques, souvent si influents à la guerre, que l'on aurait le plus grand tort de négliger. » L'assaillant, au lieu de se lancer vigoureusement, n'avance plus qu'avec appréhension; à la première explosion, c'est le désordre, l'hésitation dans l'attaque, qui laissent les hommes désarmés, exposés au feu meurtrier du défenseur.

Il est, d'ailleurs, toute une classe de ces engins dont le rôle spécial est particulièrement utile: c'est la catégorie des torpilles avertisseuses, qui mériteraient aussi le nom de *vigilantes*, mieux peut-être que les torpilles marines, car elles font bonne garde autour de la position qu'elles circonscrivent, et signalent l'approche de l'ennemi. Elles allègent ainsi le service de sûreté et corrigent les défaillances toujours possibles des sentinelles. Il est naturel de s'entourer d'un réseau qu'on ne puisse franchir sans s'y heurter et, en s'y heurtant, sans déclencher un signal quelconque qui avertisse le défenseur et le mette sur ses gardes.

C'est généralement la nuit que l'assaillant prépare son attaque. Quelques hommes résolus vont reconnaître les abords de la position, couper les fils de fer, écarter ou détruire les défenses accessoires. Il est important que tout cela s'exécute sans bruit, afin que l'attaque bénéficie de la surprise, à défaut de quoi un assaut brusqué entraîne des pertes excessives et a bien des chances d'échouer.

L'essentiel, pour le défenseur, est, par conséquent, d'être prévenu à temps. On a imaginé d'appeler l'électricité à la rescousse, en disposant des réseaux de fils de fer reliés aux postes avancés où se trouvent des sonneries qui fonctionnent, soit lorsqu'on coupe les fils de fer, soit par tout autre système de déclenchement automatique. Mais une pareille installation est compliquée, son fonctionnement est précaire, et l'on se contente le plus souvent des vieux procédés rudimentaires qui consistent à disposer une chaîne de fourneaux.

Où le progrès peut se manifester, c'est dans le mécanisme d'inflammation automatique. Là encore l'application de l'électricité peut intervenir; mais, pour les mêmes raisons de simplicité, on s'en tient généralement à des moyens d'ordre mécanique; ce sont ces moyens, décrits récemment dans la *Revue du Génie*, que nous allons examiner rapidement.

Déjà, en 1794, le capitaine du Génie Reverony de Saint-Cyr proposait un dispositif de ce genre, qui ne semble pas d'ailleurs avoir été appliqué. Les Russes, en 1855, employèrent, à Sébastopol, des caisses cubiques chargées de poudre et pourvues d'une amorce inventée par le chimiste Jacobi. Cette amorce est basée sur la propriété de l'acide sulfurique concentré d'enflammer certaines poudres chloratées. Le procédé est fort en faveur parmi les anarchistes fabricants de bombes.

La Guerre de Sécession, en Amérique, fut l'occasion d'un emploi fréquent de torpilles automatiques. Celles du fort Wagner, dans la baie de Charleston, comprenaient un tonnelet de 40 à 50 litres ou une bombe marine à laquelle était fixée une fusée amorcée au fulminate de mercure. Le percuteur était maintenu à une certaine distance par une ampoule facile à briser ou par une goupille. On enterrait le tout sous une mince couche de terre qui cédait sous le pied (fig. 1).

De semblables engins avaient le tort, s'ils empêchaient l'assaillant d'approcher, d'interdire également les sorties du défenseur.

En 1882, un officier hongrois, le lieutenant de cavalerie Zubovits, imagina une torpille qui est encore réglementaire en Autriche-Hongrie et dont le mécanisme d'inflammation, analogue à celui des fusils de guerre actuels, est susceptible de prendre deux positions, celle de l'armé et celle de sûreté. On passe de l'une à l'autre par le mouvement alternatif d'un petit balancier horizontal aux extrémités duquel sont attachés deux fils de commande. Dans ce mouvement, suivant que l'on tire le fil de droite ou de gauche, le percuteur vertical s'écarte de la cartouche d'amorce ou vient, au contraire, se placer directement au-dessus de celle-ci. On a ainsi le moyen de rendre les torpilles inoffensives, afin de permettre aux défenseurs de circuler sans danger sur le terrain ou de remplacer la cartouche. Le fourneau est chargé d'écrasite.

Dans le même ordre d'idées, le mécanisme percuteur de la torpille due au lieutenant Dinesen, de l'armée danoise, est un peu plus simple.

Les figures 2 et 3, qui représentent le mécanisme à l'armé, permettent de se rendre compte du fonctionnement. L'appareil étant légèrement enterré, il suffit d'une pression exercée sur la cloche K, pour que le piston intérieur D vienne presser sur la gâchette C, et le percuteur A, ainsi libéré, vient frapper sur l'amorce placée dans la che-

minée K. Pour mettre au cran de sûreté, on tire sur l'extrémité F du balancier FG, dont la partie arrondie vient se loger sous l'embase de la cloche K, paralysant ainsi tout déplacement vertical. Une came I vient en même temps buter en avant du percuteur.

On peut également mettre le feu à volonté en tirant sur le levier H qui, faisant tourner la cloche sur elle-même, provoque sa descente par l'intermédiaire d'un doigt E glissant dans une rampe hélicoïdale.

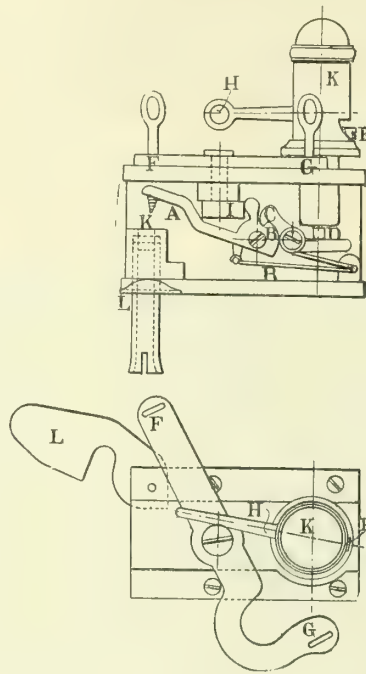


FIG. 2 et 3. — Élévation et plan du mécanisme de la torpille Dinesen.

bombe qui, pourvue d'une fusée convenablement réglée, éclate alors avec des effets particulièrement meurtriers.

Pour toute une catégorie de torpilles, l'inflammation est produite en utilisant l'étoupille à friction en usage courant dans l'artillerie. Il suffit de déterminer une traction énergique pour arracher la tige barbelée qu'on appelle le *rugueux*, et pour faire exploser la petite quantité de poudre chloratée qui garnit l'étoupille. Cette traction peut être provoquée lorsqu'on appuie le pied sur une planche mise en bascule et dont l'autre extrémité est reliée par un fil de fer à l'étoupille.

Le commandant Gisclard a proposé un autre dispositif ingénieux et

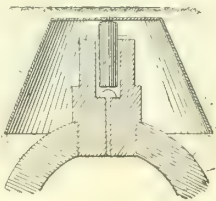


FIG. 1. — Coupe verticale d'une torpille américaine improvisée avec une bombe de marine.

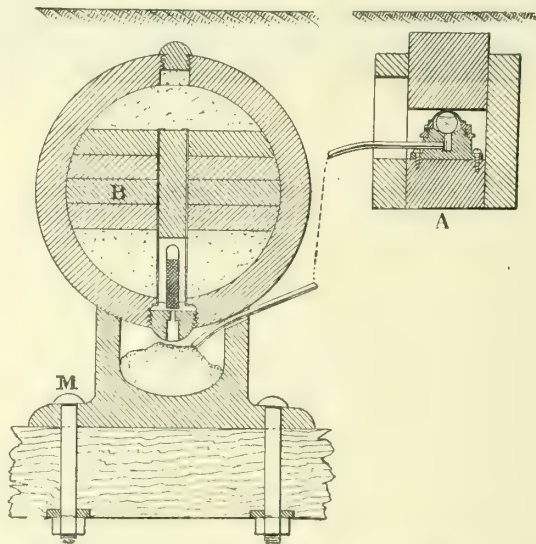


FIG. 4. — Coupe verticale de la torpille Marzocchi.

très pratique. Le rugueux de l'étoupille est attaché par une corde lâche à une grosse pierre ou à une gueuse de fonte, retenue en l'air par un goujon d'arrêt. Celui-ci est arraché par la moindre traction exercée par les pieds des assaillants sur un fil de fer dissimulé à fleur de sol; le corps lourd tombe alors de tout son poids dans une excavation et arrache le rugueux (fig. 5).

Plusieurs systèmes à étoupilles sont également préconisés dans l'armée allemande: on y détermine l'arrachement, soit par une planche en bascule, soit par la flexion d'un plateau enterré.

On sait enfin que, dans la guerre sud-africaine, les Anglais ont fait un usage fréquent, pour protéger leurs blockhaus, de clôtures en fil de

fer d'un grand développement. Il s'agissait d'être averti chaque fois que l'ennemi essayait de couper un des fils de fer en un point quelconque. Dans ce but, un des fils pouvant glisser sur la tête des poteaux de support passait à son extrémité sur une poulie et était tendu par un contrepoids de 30 kilogr. par kilomètre de fil. Si l'on coupait celui-ci, le contrepoids tombait, entraînant dans sa chute une cordelette qui faisait partir la détente d'une arme à feu. On peut d'ailleurs

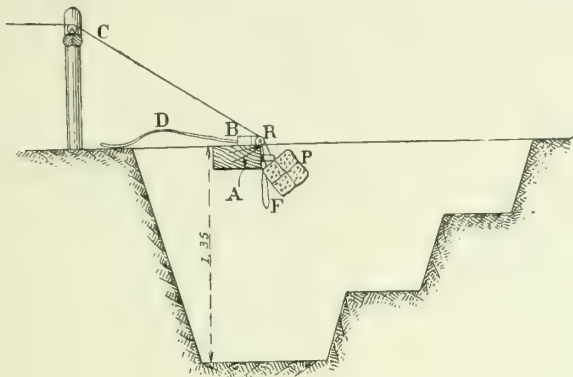


FIG. 5. — Coupe verticale montrant le dispositif Gisclard.

remplacer l'action du contrepoids par celle d'un ressort bandé R par la traction du fil (fig. 6 et 7).

La multiplicité des dispositions que nous venons de décrire montre bien qu'il n'en est pas de parfaite, et il semble que l'on doit donner la préférence aux systèmes les plus simples, c'est-à-dire aux types utilisant l'étopille. Il n'est guère possible de les rendre tout à fait inoffensifs pour le défenseur et l'on ne peut qu'atténuer cet inconvénient par un repérage attentif.

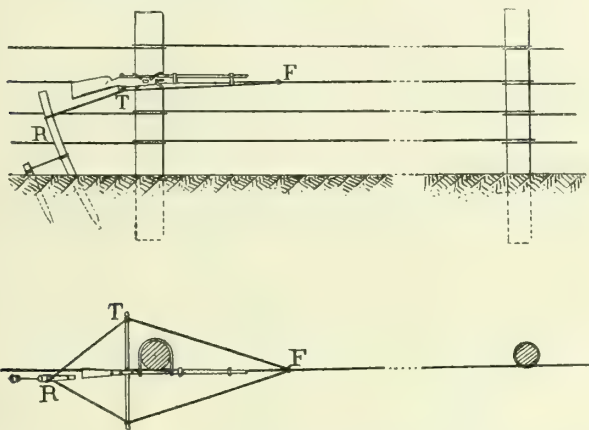


FIG. 6 et 7. — Élévation et plan d'un dispositif d'alarme à ressort (anglais).

Quant à l'intervention de conducteurs électriques qui donneraient plus de sécurité à cet égard, l'exemple de Port-Arthur montre que ces conducteurs sont assez rapidement détruits par les projectiles d'artillerie qui couvrent nécessairement les abords de la position.

G. E.

VARIÉTÉS

Action de l'huile sur les maçonneries de ciment.

La désagrégation des maçonneries de ciment par l'huile est très discutée. Un grand nombre d'ingénieurs, se basant sur la résistance prolongée de certains massifs de fondations pour machines qui avaient été soumis à des infiltrations lentes d'huile minérale, concluent que cette huile est sans effet sur les maçonneries de ciment. Il y a deux ans, cependant, on a constaté, dans les laboratoires du Chicago Milwaukee and Saint-Paul Railway, qu'une brique de ciment, sur laquelle était tombé fortuitement, pendant près de dix mois, un mélange d'huile minérale et de graisse animale, était complètement désagrégée. A la suite de cette constatation, de nombreuses expériences furent entreprises systématiquement à ce même laboratoire; les résultats qu'elles ont donnés sont rapportés par M. James C. Haïn dans l'*Engineering News*, du 16 mars.

Les premiers essais ne portèrent que sur une espèce de ciment,

l'huile employée étant de même nature que celle qui avait produit la désagrégation citée plus haut. Les expérimentateurs ne crurent pas devoir conclure après des essais aussi restreints. Ils les reprirent en expérimentant des ciments fabriqués avec de la pierre calcaire et de l'argile, de la marne et de l'argile ou des laitiers et des calcaires. Les huiles employées étaient également de natures différentes : d'origine animale (graisses animales et huile de baleine), d'origine végétale (huile de ricin et huile de lin), enfin des huiles minérales.

Avec chacune des espèces de ciment, on façonna plusieurs briquettes, les unes de ciment pur, les autres d'un mortier composé d'une partie de ciment et de trois de sable. Toutes ces briquettes furent exposées à l'air pendant sept jours avant le commencement des essais. De chaque échantillon, on conserva une briquette témoin et on arrosa chaque jour chacune des autres pendant neuf mois avec une des huiles citées plus haut.

La graisse animale est, de tous les produits essayés, celui qui a produit les effets les plus marqués; elle désagrège, en une période qui varie de quinze jours à deux mois et demi, la plupart des briquettes, soit de ciment pur, soit de mortier de ciment. En général, le ciment pur résiste moins que le mortier; les ciments de laitiers sont ceux qui résistent le moins longtemps; ceux qui sont fabriqués avec des matériaux argilo-calcaires sont les plus résistants.

Le mélange de graisse animale et d'huile de pétrole est presque aussi actif que la graisse animale seule; l'huile de baleine et celle de ricin viennent ensuite, mais leurs effets sont beaucoup plus lents que ceux des produits précédents; en neuf mois, elles ne désagrègent qu'un petit nombre de briquettes.

L'huile de pétrole ne désagrège aucune des briquettes, mais elle les pénètre toutes profondément; il est possible que, en prolongeant les essais au delà de neuf mois, on eût constaté un commencement de désagrégation. Non seulement l'huile de lin n'a pas désagrégé les briquettes, mais elle ne les a pas pénétrées; elle forme, par oxydation à la surface et par suite de sa siccativité naturelle sans doute, un enduit qui paraît protéger la masse.

Il est possible que la désagrégation constatée avec les huiles animales soit due à une formation de stéarate et d'oléate de chaux, les acides organiques de ces huiles se combinant à la chaux des ciments; les sels ainsi formés cristallisent, et c'est le développement plus ou moins rapide des cristaux qui produirait la dislocation de toute la masse.

Il ne faudrait pas se hâter, cependant, de tirer des conclusions immédiates des expériences précédentes. Avant les essais et dès leur fabrication, toutes les briquettes avaient été séchées pendant sept jours : la prise des mortiers avait ainsi été activée, ce qui a pu augmenter la porosité des briquettes et, par suite, favoriser la pénétration de l'huile. De nouvelles expériences furent faites avec des briquettes ayant plus de deux ans de fabrication et dont la prise s'était faite lentement dans un milieu humide. Un seul échantillon, qui était de qualité inférieure, fut désagrégé légèrement par un mélange d'huile minérale et de graisse animale; toutes les autres briquettes se sont cependant laissées pénétrer.

L'huile de lin exceptée, qui d'ailleurs n'est pas utilisée pour le graissage des machines, tous les produits essayés s'infiltrèrent lentement dans les maçonneries de ciment; il est donc fort probable que la résistance de ces maçonneries en est diminuée, et il est à craindre qu'une action très prolongée ne devienne dangereuse. Il serait à désirer que des expériences de plus longue durée fussent faites, qu'on les fit également porter sur des ciments de qualités médiocres, et qu'on les complétât par des mesures de résistance.

On a cherché un enduit économique permettant de protéger les maçonneries de ciment contre l'infiltration des huiles, mais il ne semble pas que les essais qui ont été faits aient donné des résultats satisfaisants.

Soupape métallique, système Guterth.

Cette soupape extrêmement simple est applicable aux pompes et aux compresseurs d'air.

Le clapet et le ressort de la soupape sont constitués simplement (fig. 1 et 2) par une lame mince rectangulaire, en acier ou en bronze, enroulée autour d'une tige fixe et assemblée sur cette tige en intro-

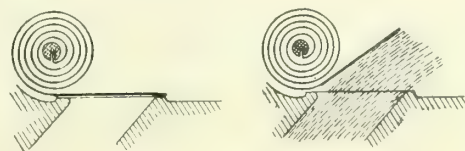


FIG. 1 et 2. — Soupape Guterth fermée et ouverte.

duisant l'un des petits côtés du rectangle dans une rainure longitudinale. L'extrémité du rectangle qui forme ressort est seulement un peu plus amincie que celle qui forme clapet, celle-ci ne dépassant pas ordinairement 1^{mm}6 pour les plus grandes pressions. La largeur du rectangle est un peu augmentée vers

le point d'attache pour éviter que le clapet ne frotte sur les bords de son logement.

Le siège est ordinairement dressé obliquement au courant (fig. 2) de façon à donner une grande ouverture pour une faible levée du clapet; on diminue ainsi l'effort de soulèvement du clapet et on produit une fermeture rapide dès que le courant cesse. Le siège peut être orienté dans toutes les directions sans gêner la marche du clapet et, à cause de sa faible masse, on obtient de grandes vitesses d'écoulement sans crainte de rupture.

Ces clapets, très légers et soumis à très peu de frottements, s'usent peu. La force nécessaire pour ouvrir d'un angle de 30 degrés un clapet de 102×76 millimètres et de 0^m8 d'épaisseur ayant quatre tours d'enroulement, n'est que de 0^{kg} 906, soit 0^{kg} 0175 par centimètre carré. Une telle soupape résiste à une contre-pression de 10 kilogrammes.

Il existe des clapets beaucoup plus ou beaucoup moins forts que celui-ci, qui peuvent être adaptés par exemple aux compresseurs d'air pour la fabrication de l'air liquide et résister à des pressions allant jusqu'à 210 kilogrammes.

Les figures 3, 4 et 5 empruntées à l'*Iron Age*, du 6 juillet, représentent deux applications de cette soupape. La figure 3 est une coupe de la disposition adoptée pour une pompe verticale différentielle pour puits profonds. Dans cette application, la transformation d'une pompe faite en remplaçant l'ancien clapet par une soupape Guter-muth, a permis de faire passer la vitesse de 80 à 180 tours par minute.

Les figures 4 et 5 représentent une pompe à piston plongeur dans laquelle la soupape Guter-muth est employée à l'aspiration et au refoulement. L'ensemble des soupapes avec leurs sièges forme un seul bloc de forme tronconique qui s'introduit latéralement. Cette pompe fait normalement 250 tours par minute et fonctionne à 450 tours. Son encombrement est de 1^m 63 $\times$ 0^m 75 y compris son moteur. Elle alimente des chaudières de toutes pressions à raison de 5^m 50 à 250 tours et de 7^m 75 à 350 tours.

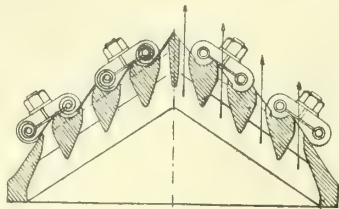


FIG. 3.

Application à une pompe de mines.

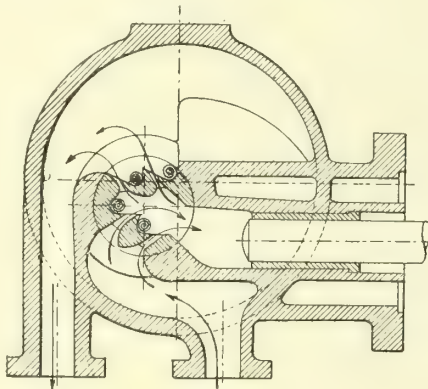


FIG. 4 et 5.

Application à une pompe à piston plongeur.
Coupe longitudinale de la pompe et plan du siège des soupapes.

Expériences sur la fumure des prairies.

Parmi les nombreuses recherches effectuées par les agriculteurs, au cours de ces dernières années, pour déterminer l'influence des engrais sur les rendements des prairies, il faut signaler les expériences exécutées à ce sujet par l'Établissement fédéral de Chimie agricole de Lausanne, sous la direction de M. Dusserre.

Ces essais poursuivis pendant six années consécutives, de 1898 à 1902, eurent pour but de déterminer les besoins de divers sols en matières fertilisantes et de rechercher l'influence de celles-ci sur le rendement des prairies, sur leur flore et sur la composition chimique de leur fourrage.

Nous indiquons d'après l'étude que leur consacre M. Grandeau, dans le *Journal d'Agriculture pratique* (nos 13 et 14 de 1905), un aperçu du programme adopté pour ces recherches et les principaux résultats obtenus.

Les expériences portèrent sur quatre prairies naturelles situées à

des altitudes variées, et très différentes d'origine et de constitution, dont voici la désignation :

- 1° École de réforme des Croisettes, sur Lausanne, altitude 690 mètres : terre franche, riche, formée par l'argile glacière très pauvre en chaux ;
- 2° Chalet de la Ville, sur Lausanne, altitude 800 mètres : terre sablonneuse, pauvre en chaux et en acide phosphorique ;
- 3° Le Tronchet, sur Grandvaux, altitude 700 mètres : sol tourbeux, sans calcaire, riche en humus
- 4° Colonie d'Orbe, altitude 400 mètres : sol d'alluvion, extrêmement calcaire, riche en matières organiques, pauvre en potasse.

Comme la plupart des sols depuis longtemps en prairies, ces terres sont riches en azote ; celle du Tronchet en renferme près de 1 %, teneur élevée.

Les expériences, faites sur une surface de 6 ares, furent ainsi conduites : une parcelle d'un are reçut une fumure complète, acide phosphorique, azote, chaux et potasse. Dans chacune des cinq autres parcelles contiguës, on supprima tour à tour l'un ou l'autre de ces principes fertilisants, afin de pouvoir juger de l'influence de chacun d'eux. Chaque essai fut répété sur trois parcelles pour compenser les erreurs possibles, les inégalités pouvant exister dans la composition du sol, dans la croissance du fourrage, etc. On a donc eu les parcelles suivantes :

Superphosphate, potasse, nitrate et chaux.	parcelles. 3
Superphosphate, potasse et nitrate	3
Superphosphate et potasse	3
Superphosphate et nitrate	3
Potasse, nitrate	3
Pas d'engrais.	3
TOTAL pour chaque prairie.	18

Les engrais répandus en couverture tous les deux ans, vers le mois de mars, furent appliqués dans les proportions suivantes, calculées pour un hectare :

Superphosphate à 15 % d'acide soluble dans l'eau. kilogr.	500
Chlorure de potassium dosant 54,4 % de potasse	200
Nitrate de soude dosant 15,4 % d'azote.	200

Après le fauchage, effectué le même jour pour chaque prairie, la récolte de chaque parcelle fut pesée exactement et on préleva un échantillon moyen de 3 à 5 kilogr. dont le rendement en substances sèches, la composition botanique et la composition chimique, furent déterminés au laboratoire.

La comparaison des résultats et les moyennes fournies par ces groupements pendant six années consécutives mettent en évidence l'influence manifeste et très différente des engrais sur les rendements. Sans vouloir suivre M. Grandeau dans le détail de ces résultats, nous rappellerons que la constatation dominante fournie par ces expériences est l'augmentation de rendement résultant de l'emploi des engrais phosphatés : cet excédent fut, dans le domaine des Croisettes, de 13 989 kilogr., presque égal à la moitié de la récolte sur les parcelles témoins ; au Chalet, cet excédent fut de 10 375 kilogr. ; au Tronchet, de 9 110 kilogr. et de 9 747 kilogr. à la colonie d'Orbe. La dépense pour l'achat de cet engrais est largement soldée par la plus-value de la récolte en poids.

L'application de sels potassiques conjointement aux phosphates produisit un excédent notable dans la terre calcaire d'Orbe, pauvre en potasse totale et en potasse assimilable ; son effet fut beaucoup moindre dans les autres sols, plus riches en cet élément.

A ce sujet, les expériences de dosage auxquelles s'est livré M. Dusserre, sur la potasse totale des sols et la quantité de cette base soluble dans l'acide chlorhydrique, l'ont amené à conclure que la quantité de potasse soluble qu'on peut regarder comme relativement assimilable par la plante, n'est pas en rapport avec la teneur en potasse existant dans chaque sol à l'état de silicate ; cette teneur, constituant la réserve en potasse, ne pourra être utilisée par les végétaux qu'après la désagrégation des minéraux qui la renferment.

M. Dusserre recommande un emploi très modéré de la fumure azotée sur prairies naturelles ; on pourra même s'en dispenser dans les terres riches en humus.

Les expériences poursuivies pendant six années sur les mêmes sols par l'Établissement fédéral agricole de Lausanne sont donc venues confirmer l'action bienfaisante constatée jusqu'ici ⁽¹⁾ des engrais phosphatés et potassiques sur la flore des prairies et sur la richesse alimentaire de l'herbe récoltée.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 22, p. 365.

Locomotive routière montée sur pedrails à sabots articulés.

On connaît les tentatives faites depuis longtemps déjà, pour faire circuler les locomotives routières sur un rail artificiel, posé à l'avant de la machine et relevé à l'arrière.

Le système que nous allons décrire (1), et auquel son inventeur, M. Diplock, a donné le nom de *pedrail*, repose en quelque sorte sur un principe inverse : chaque roue du véhicule pose sur le sol, au fur et à mesure de son avancement, une série de pieds qui portent chacun

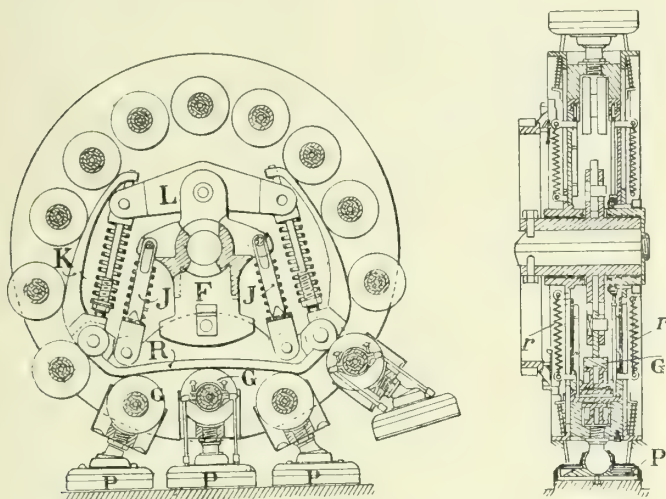


FIG. 1 et 2. — Élévation et coupe transversale d'un pedrail.

un galet à leur partie supérieure, et c'est sur ces galets que vient rouler un rail, porté par la machine.

Les figures 1 et 2 représentent schématiquement ce système. Chacun des pieds P dont nous venons de parler est monté, par un joint à rotule, à l'extrémité d'un rayon de la roue (le joint à rotule permet le déplacement nécessaire pour suivre les inégalités de la route). Sur les galets G vient rouler le rail R, articulé comme le montre la figure, et monté à ressorts. Son guidage est assuré par une plaque de garde F, et le poids du véhicule lui est transmis par le levier supérieur L et par l'intermédiaire des ressorts extérieurs. Les ressorts intérieurs J assurent la stabilité de l'ensemble, en tendant à le ramener dans la position moyenne. Les guides K conduisent les galets sous le rail R. L'ensemble est en-

fermé et protégé de la poussière et de la boue, par deux disques métalliques.

Les rayons qui portent les galets sont montés sur un disque et sont rappelés vers le centre par des ressorts *r*. Tout cet ensemble tourne pendant la marche du véhicule, alors que le système formé par le rail, ses ressorts, la boîte à huile, le levier supérieur et les guides, reste fixe. Il s'ensuit qu'un galet G, partant du point supérieur, vient rencontrer le guide K, force vers l'extérieur et à l'encontre de son res-

sort le rayon correspondant, ce qui permet au pied de tourner sur sa rotule et, par son propre poids, de s'orienter de façon à s'appuyer sur le sol.

On remarquera que la face inférieure du rail est légèrement courbe, de façon à compenser la différence de hauteur provenant de l'inclinaison des rayons.

M. Diplock a adapté son système à une locomotive routière (fig. 4) dont les quatre roues sont à la fois motrices et directrices. Les rayons

portant les pieds P sont actionnés par l'essieu, comme dans une machine ordinaire, mais cet essieu ne porte pas le poids de la machine, qui est transmis directement du châssis au rail et, par suite, aux galets.

Dans les premiers modèles, les galets G étaient en porte à faux. Les figures 1 et 2 montrent l'une des dernières constructions, où chacun d'eux est ramené dans l'axe du pied. Les essais sur la première machine ayant montré que l'effort de traction était limité par la tendance des pieds au renversement, la rotule a été rapprochée de la surface d'appui. Dans ces conditions, la pesanteur seule est devenue insuffisante pour orienter les pieds en vue de les amener en contact avec le sol, et cela d'autant plus que la force centrifuge vient déjà se composer avec la gravité et tend à modifier leur orientation. Il a donc fallu provoquer le mouvement des pieds par un autre moyen. L'in-

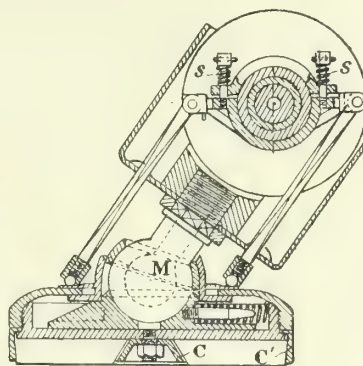


FIG. 3. — Coupe verticale d'un sabot du pedrail.

vention a utilisé pour cela le mouvement des galets, dans la période où ils sont en contact avec le guide, et la figure 3 montre ce mécanisme, qui consiste en un parallélogramme articulé, avec joints à rotule, commandé par un entraînement à friction, concentrique au galet. Cette friction se règle par les ressorts *s*, de façon que le pied touche d'abord le sol par son avant, ce qui a l'avantage, d'une part, de rendre la marche plus douce, d'autre part, pour les roues motrices, de donner, en terrain mou, une incli-

naison utile à l'adhérence. La protection des rotules M a présenté quelques difficultés; le modèle primitif était pourvu d'une enveloppe en cuir, qui s'opposait à l'introduction de la boue et de la poussière; mais la durée du cuir laissait à désirer. Les modèles plus récents ont été munis d'une enveloppe métallique « crustacéenne ».

Le graissage est assuré par une chambre annulaire unique, d'où des tubes, en nombre égal à celui des rayons, distribuent l'huile aux axes des galets et aux guides des rayons. Le graissage des rotules est fait par un mélange de plombagine et de suif, qui ne se remplace qu'à intervalles éloignés.

Les rayons sont disposés de façon à pouvoir être sortis séparément, le remplacement sur la route ne demandant que quelques minutes.

Les surfaces en contact avec le sol sont garnies de caoutchouc, en six segments séparés par des bandes radiales en bois armé, de section trapézoïdale. Un cône central C (fig. 3) et un cône extérieur C' maintiennent l'ensemble.

D'après M. Diplock, le pedrail procure une importante économie de traction. Dans les meilleures conditions possibles, un véhicule ordinaire, muni de bandages en acier, demande en palier un effort d'environ 22 kg 6 par tonne; en moyenne, cet effort atteint

fréquemment 45 kilogr., et beaucoup plus si la route est en mauvais état. Un véhicule muni du pedrail ne demande que 16 kilogr. par tonne sur bonne route, et cet effort croît beaucoup moins rapidement si la route devient mauvaise, ou simplement molle. Les pertes sont, d'ailleurs, différentes de ce qu'elles sont avec un bandage ordinaire : la perte principale n'est plus dans le contact avec le sol, mais bien dans le frottement des rayons, dans celui des galets sur leurs axes, et aussi dans une certaine mesure, dans les rotules et le mécanisme d'orientation des galets.

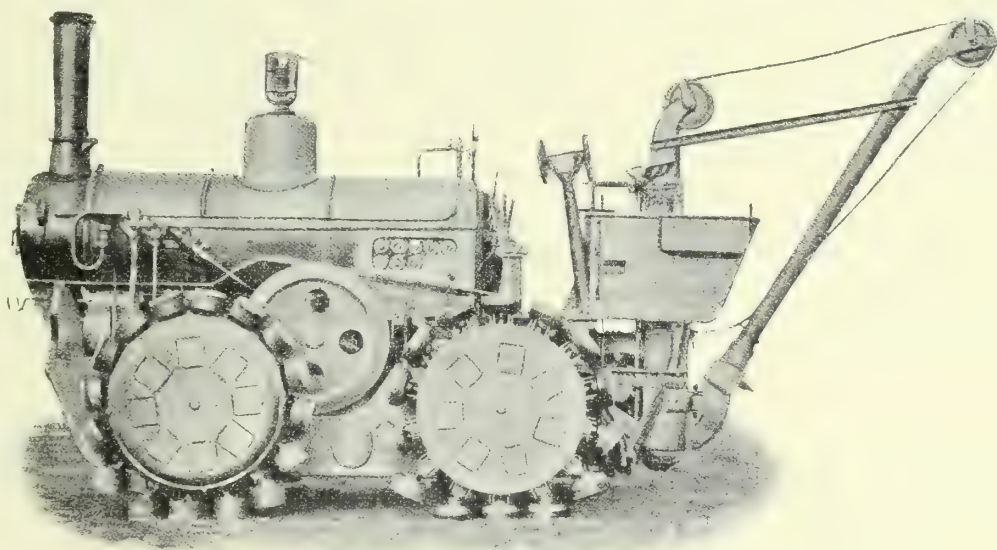


FIG. 4. — Locomotive routière montée sur pedrails.

1) D'après l'Automotor Journal.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 21 août 1905.

Chimie biologique. — *Cause de la présence de quantités anormales d'amidon dans les pommes meurtries.* Note de M. G. WARCOLLIER, présentée par M. E. Roux.

La récolte des pommes à cidre se fait, sauf pour les variétés de première saison, bien avant l'époque de la maturité des fruits. Les pommes des deuxième et troisième saisons doivent donc être recueillies et conservées de telle façon que leur maturité puisse s'effectuer dans les meilleures conditions.

Le plus souvent, en pratique, les pommes détachées de l'arbre sont ramassées sur le sol, mises en sacs, transportées au grenier et conservées sur une aire sèche, ou bien sont vendues sous l'arbre et mises directement sur wagon. Ces opérations sont conduites avec peu de soins et la plupart des pommes, surtout celles à chair tendre, se trouvent meurtries.

En dehors du très grave danger que présentent les meurtrissures d'être des portes ouvertes aux champignons, causes de la pourriture du fruit, les parties meurtries, au moment de la récolte, constituent de véritables zones où l'amidon séjourne indéfiniment, même quand les fruits deviennent mûrs ou pourrissent.

L'observation a montré tout d'abord que ces zones brunissent immédiatement au contact de l'air, et que ce brunissement est dû à l'oxydation du tanin des cellules blessées de la pomme par une oxydase. Les essais de l'auteur démontrent qu'en effet le tanin, par son action sur l'amylase, l'empêche de transformer l'amidon en sucres fermentescibles.

Il est donc logique de penser que lorsqu'une pomme est meurtrie, l'amylase et le tanin se trouvant en présence dans le jus des cellules écrasées; la diastase coagulée par le tanin devient alors incapable de transformer ultérieurement l'amidon en sucres fermentescibles utilisables pour la fabrication du cidre.

Étant donné le manque de soins qu'on apporte, en général, à la récolte des pommes, la quantité d'amidon perdue par la faute et la négligence des cultivateurs doit être considérable.

Dans les nombreux lots commerciaux qui ont été examinés, presque toutes les pommes étaient meurtries et il était très difficile de se procurer une pomme tout à fait saine. Les plus grands soins doivent donc être apportés dans la récolte, les transports, la manutention des fruits de pressoir. Les dépenses que coûteront les quelques soins supplémentaires pris pendant la récolte sont largement couvertes par la plus-value tirée de la vente de fruits sains et de longue conservation.

Mécanique. — *Sur les lois du frottement de glissement.* Note de M. Paul PAINLEVÉ.

M. Painlevé limite son étude au problème de l'équilibre d'une tige rigide AB qui a son extrémité A glissant avec frottement dans un plan vertical sur une droite fixe horizontale Ox, n'envisageant que le cas d'ambiguité, et la liaison pouvant être bilatérale ou unilatérale.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

Les chemins de fer aux Indes anglaises. — Dès 1840, lord Dalhousie, vice-roi des Indes, dressait le projet des voies ferrées qui relient Bombay, Calcutta et Madras, et de celles qui se dirigent de Delhi vers Bombay et Calcutta. La première section, partant de Bombay, fut ouverte en 1853. Jusqu'en 1870, les lignes ont été construites par des Compagnies privées, avec garanties de l'État; depuis lors, elles ont été généralement construites par l'État. La voie était d'abord de 5 pieds 6 pouces (1^m 63); c'est celle de la plupart des grandes lignes. Par économie,

on a ensuite adopté la voie de 1 mètre. Il en résulte des transbordements nombreux pendant les longs voyages.

En général, le tracé des lignes a été facile, car on traversait surtout de grandes plaines; il y a cependant des sections en montagne; le passage des fleuves a été entravé et quelquefois empêché par les sables mouvants, sur lesquels il était impossible de fonder les ponts. La traversée se fait alors en bac. La vitesse est assez faible, et les express ne dépassent guère 50 kilom. à l'heure de vitesse commerciale, sur des trajets de 1 000 à 2 000 kilom. Le nombre des trains est réduit: un ou au plus deux express par jour sur les grandes lignes. Les conditions des voyages sont adaptées le mieux possible aux nécessités des Européens; les grands trajets se font surtout de nuit, et les wagons sont préservés contre la chaleur. Les trains sont conduits par un personnel indigène; ils comportent trois classes, dont les deux premières coûtent beaucoup plus cher que la troisième, réservée aux indigènes. Les hommes et les femmes voyagent très généralement dans des compartiments distincts. Les wagons des deux premières classes ont souvent des compartiments de troisième, pour que les serviteurs Hindous puissent voyager à proximité de leurs maîtres et rester à leur disposition. Les banquettes sont transversales en 3^e classe, longitudinales dans les autres; les compartiments contiennent une douzaine de places et communiquent entre eux.

La protection des voyageurs contre la chaleur est principalement obtenue par la présence d'un double toit, avec intervalle de 0^m 10 à 0^m 20 qui laisse circuler l'air; de chaque côté, des panneaux verticaux en bois prolongent le toit supérieur et descendent le long de la paroi du wagon jusqu'à hauteur des fenêtres, ce qui donne aux trains un aspect tout particulier. Les fenêtres peuvent aussi être closes par des jalousies en bois. Enfin, sur certaines lignes, on dispose, en été, devant les ouvertures de prise d'air, des étoffes mouillées sur lesquelles le courant d'air provoqué par la marche du train vient se rafraîchir. D'ailleurs il est d'usage de se faire éventer au moyen d'un grand éventail suspendu au plafond et agité par un serviteur.

Les wagons des deux premières classes sont confortables; il n'existe pas de wagons-lits, mais on peut rabattre des banquettes supérieures ordinairement relevées et s'y étendre comme sur les banquettes inférieures. Les voyageurs doivent se munir de tous les effets et objets nécessaires (il y a quelques années, les hôtels même ne fournissaient pas de literie), de sorte que les bagages à main tiennent une place exorbitante dans les wagons. Ceux-ci n'ont jamais besoin d'être chauffés; ils sont éclairés au gaz.

Les prix des billets varient de base, suivant les Compagnies; ils varient, par kilomètre, de 7 à 9 centimes pour la 1^{re} classe, de 3 à 4 pour la 2^e, de 1 à 1,5 pour la 3^e; les aller et retour ne sont pas généralisés. La franchise des bagages est de 55 à 13 kilogr., suivant la classe.

Beaucoup de stations ont des buffets, les wagons-restaurants étant tout à fait exceptionnels; la nourriture, comme dans tout le pays, y est fort médiocre. La distribution de l'eau (du moins aux Hindous, car les Européens emportent généralement leur soda) donne lieu, en raison des questions de caste, à des difficultés curieuses que signalent MM. GIESE et BLUM dans un article de la *Zeit. des Ver. deutsch. Eisenbahnv.* des 12 et 16 août, d'où sont extraits les renseignements ci-dessus.

Wagon transformable Hart, utilisable pour ballast ou pour marchandises. — Le wagon Hart peut être employé: 1^o pour distribuer le ballast au milieu de la voie; 2^o pour le distribuer sur les côtés de la voie; 3^o comme wagon ordinaire à marchandises.

L'*Engineering News*, du 6 juillet, donne la description de ce wagon qui mesure 12^m 50 de longueur, 3^m 10 de largeur, 2^m 40 de hauteur et 1^m 10 de profondeur, sans compter la trémie de ballastage. Cette trémie a en section la forme d'un V dont les branches se prolongent, lorsque le wagon transporte le ballast, jusqu'à moitié de la profondeur du wagon. Ce prolongement des branches du V est à charnière et se rabat horizontalement au-dessus de la trémie de ballastage pour former le fond du wagon à marchandises. Quatre hommes peuvent faire cette transformation en dix minutes.

L'auteur termine en décrivant l'emploi de ce wagon au ballastage et en indiquant les prix et les conditions du ballastage avec divers types de wagons.

ÉLECTRICITÉ

La traction électrique par courant monophasé. — Dans la *Revue Électrique*, du 15 et du 30 juillet, M. Maurice LEBLANC, après avoir exposé les avantages qui résultent, pour la traction sur grands parcours, de courants alternatifs simples à haute tension transformés en courant de basse tension sur la voiture, examine les diverses solutions proposées pour la transformation en courant continu, et fait ressortir la simplification qui résulte de l'emploi d'un moteur à courant alternatif. Il étudie ensuite les divers types de moteurs à courant alternatif: moteur en série, moteur à répulsion, moteur Latour.

Il étudie les difficultés de la commutation dans le moteur série, et indique en particulier le dispositif adopté par M. Lamme (emploi de connexions résistances logées dans la denture même du rotor).

Il montre que la commutation est meilleure dans le moteur à répulsion, mais que le couple de démarrage est plus faible.

M. Leblanc décrit ensuite le moteur Latour, qui est une forme spéciale du moteur à répulsion, le stator n'ayant qu'un enroulement, mais le rotor ayant deux séries de balais.

L'auteur conclut en faveur du moteur série, parce qu'il est le moins lourd et le moins encombrant des moteurs à courant alternatif applicables à la traction. Il fait remarquer que l'effort par tonne dont il faut disposer pour assurer le démarrage est d'autant plus élevé que le nombre de véhicules est plus faible. Il montre qu'un changement de connexions permettrait de transformer le moteur en un moteur à répulsion, une fois le démarrage obtenu, mais, selon lui, cette manœuvre n'aurait d'utilité que pour les longs parcours sans arrêt.

Il étudie enfin les appareils de manœuvre, dont les uns se composent d'un transformateur à nombre de spires variable, les autres d'un transformateur à coefficient d'induction mutuelle variable.

Sa conclusion est que l'emploi des courants à haute tension, par l'économie qu'ils réalisent dans les frais de première installation, peut modifier très heureusement l'exploitation des réseaux urbains, en la rapprochant de celle des tramways établis à l'intérieur des villes.

Transport de force de 60 000 volts à 192 kilomètres. — La Nevada Power Mining and Milling Co, fondée en 1904 pour l'utilisation de l'énergie du Bishop Creek (Californie) et sa distribution aux industries mécaniques des districts environnants, notamment ceux de Goldfield et de Tonopah (Nevada), comporte une transmission de courant électrique à grande distance. Ce district de Goldfield, habité depuis septembre 1903 seulement, renferme déjà une population de 6 000 âmes, attirée par la richesse des terrains aurifères de la région.

M. E. PRINCE décrit cette entreprise dans l'*Engineering News*, du 6 juillet. Le débit du Bishop Creek varie de 0^m 952 à 14 mètres cubes par seconde et la puissance disponible aux usines sera d'environ 2 600 chevaux. L'eau de la rivière, arrêtée par un barrage, sera amenée à l'usine hydro-électrique à raison de 0^m 84 par seconde par une conduite en bois de 2 715 mètres suivie d'un tuyau en acier de 987 mètres avec une chute de 326 mètres; elle actionnera des roues Pelton et deux génératrices de triphasé de chacune 750 kilowatts.

La transmission du courant nécessitera 144 kilom. de lignes jusqu'à Goldfield, soit 192 kilom. avec le branchement de Tonopah. Le triphasé à 60 000 volts traversera les Montagnes-Blanches par un câble en aluminium et sera probablement délivré à 15 000 volts.

L'installation sera terminée en septembre 1905 et coûtera environ 1 800 000 francs.

La perte dans le fer des grands alternateurs. — L'impossibilité de mesurer directement la perte dans le fer de grands alternateurs à accouplement direct conduit à calculer cette perte en partant de mesures faites sur des échantillons de fer prélevés sur les tôles pendant la construction. A l'aide de ces échantillons, on construit un petit transformateur, qui sert à la mesure des pertes par hystérésis et courants de Foucault, aux différentes inductions. En partant des chiffres ainsi trouvés, et en déterminant aussi exactement que possible l'induction dans les diverses parties de la couronne et de la denture, on pensait arriver à une détermination assez exacte des pertes.

Dans l'*Electrical World*, du 1^{er} juillet, M. T. S.

ALLEN rend compte de mesures faites sur deux séries de machines, d'une part par la méthode ci-dessus, d'autre part par le procédé direct, consistant à commander la machine par un moteur auxiliaire.

Ces mesures montrent que la perte réelle est beaucoup plus forte que la perte calculée; le rapport atteint environ 3 pour les machines à la fréquence 60, à 3,6 pour les machines à la fréquence 25. Ce résultat est attribuable à ce que le flux n'est pas uniformément réparti dans les sections de fer, et que la perte croît beaucoup plus vite que l'induction.

L'auteur en conclut qu'il faut affecter des coefficients ci-dessus les mesures faites par la méthode indirecte, et que les rendements publiés au sujet de certaines machines sont inexacts.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

Développement de l'industrie espagnole. — MM. HOGGE-FORT et DWELSHAUVERS-DERY publient, dans la *Revista de Obras Publicas* des 10 et 17 août, une étude très documentée ayant pour titre: la Nouvelle Espagne, l'industrie et son développement. Ils passent en revue les principales industries du pays et montrent leur accroissement depuis une dizaine d'années.

La plus importante des industries espagnoles est l'industrie minière; par les statistiques donnant la production annuelle propre à chaque minéral on voit que la production totale est passée de 89 millions en 1892 à 180 millions de pesetas en 1901. Les extractions qui croissent le plus rapidement sont celles de fer, de cuivre, de charbon et de zinc. La consommation du combustible, qui peut être prise comme mesure de l'activité industrielle d'un pays, passe de 3 400 000 tonnes en 1896 à 4 910 000 en 1901. En 1880, on comptait seulement 372 machines à vapeur représentant une puissance de 8 893 chevaux, en 1897, 750 machines d'un total de 25 000 chevaux et, en 1901, 1 516 machines d'une puissance de 67 000 chevaux. L'accroissement rapide de la population des centres industriels de la Biscaye et de la Catalogne est une autre preuve de cette renaissance industrielle.

Les industries textiles sont tout spécialement en progrès; les tarifs protecteurs élevés qui ont réussi à éliminer presque complètement l'importation des tissus français de laine, de coton et de soie sont la cause principale de ce développement rapide. Actuellement l'Espagne possède 3 millions de broches, environ la moitié du nombre des broches françaises.

Le développement industriel est surtout très marqué depuis la fin de la guerre hispano-américaine; l'activité qui se dépensait dans les colonies, selon les auteurs, aurait trouvé un meilleur emploi dans la métropole, et une grande partie des capitaux employés à Cuba et aux Philippines ont été très bien accueillis en Espagne.

Le sous-sol espagnol est très riche, la main-d'œuvre dans les provinces du nord est excellente et abondante; les capitaux étrangers qui affluent depuis la mise en vigueur des tarifs prohibitifs de 1901, viendraient en plus grande abondance si le développement économique n'éprouvait certaines difficultés dont les causes sont multiples.

Par contre, l'agriculture subit une crise dont les auteurs exposent les principales raisons. Les méthodes sont en retard sur celles des autres pays et les machines agricoles sont très peu employées. Cela tient sans doute à ce que l'influence étrangère ne peut pas se manifester aussi fortement que dans l'industrie. Pour des produits tels que les cocons et l'huile d'olive, l'Andalousie offre un vaste champ sous de bonnes conditions climatiques; malheureusement, par suite du manque de soins, la qualité est très inférieure aux produits français et italiens. Les huiles consommées en Espagne sont plus que médiocres et les négociants français qui achètent les huiles d'olive brutes en Andalousie sont obligés de les faire raffiner en Provence avant de les réexporter. La crise sur les vins qui a suivi la fermeture des marchés français est la contre-partie de la prospérité des industries textiles.

HYDRAULIQUE

Pompes de l'usine élévatoire des eaux de Budapest. — L'extension de l'usine élévatoire de Budapest, réalisée en 1901, a comporté l'installation de deux pompes débitant chacune 20 000 à 45 000 mètres cubes en vingt-quatre heures, sous des charges de 30 à 65 mètres. En raison de l'insuffisance des ré-

servoirs, ces pompes devaient rétablir le plein suivant les besoins et marcher, pour cela, à des allures variables.

Ces pompes, dont M. Otto MUELLER donne la description et les plans dans la *Zeits. des Ver. deutsch. Ing.*, du 24 juin, sont commandées par des machines à vapeur à triple expansion (quatre cylindres) faisant entre 30 et 70 tours par minute; la vapeur est à la pression de 12 kilogr. La distribution se fait par soupapes pour les cylindres H. P. et M. P.; par distributeurs cylindriques pour les cylindres B. P. Un dispositif permet d'agir sur le régulateur de façon à modifier le volume dans de larges limites en conservant à la machine un régime économique.

Chaque pompe est à double effet, et le piston est monté sur la tige du piston-vapeur, qui traverse le corps de pompe avant d'actionner l'arbre du volant. Chaque corps de pompe contient deux caissons d'aspiration et deux caissons de refoulement, avec réservoirs d'air; il y a en tout près de 800 clapets métalliques en tôle emboutie avec sièges en bronze, montés sur ressorts intérieurs, de façon que la rupture d'un ressort n'entraîne la chute d'aucune pièce dans le reste de la machinerie.

Estimation de la puissance utilisable d'une rivière. — Pour évaluer la puissance utilisable d'une rivière dans les différentes conditions météorologiques que comporte son bassin de réception et lorsque l'utilisation de la chute d'eau est combinée avec une usine à vapeur auxiliaire, il est nécessaire de connaître l'étendue de son bassin de réception, la quantité d'eau qu'il reçoit, le pourcentage de cette eau qui s'écoule dans la rivière, la hauteur de chute disponible et le rendement de la puissance de la chute eu égard aux conditions de son emploi.

M. W. CHURCH étudie, dans l'*Engineering Record*, du 1^{er} juillet, les moyens de connaître ces données et de les utiliser le plus rapidement possible au moyen de méthodes et de formules simples, soit pour contrôler les chiffres publiés sur ce sujet par les services publics, soit pour les établir lorsqu'ils font défaut.

Les surfaces des bassins de réception sont déterminées pour la plupart des rivières des États-Unis ou faciles à déterminer sur les cartes. Les hauteurs des pluies sont également déterminées pour la plupart des régions ou pour les régions voisines de celle qui est étudiée et qu'on peut considérer comme leur étant semblable. Pour le pourcentage de l'eau qui s'écoule dans la rivière, on peut, à défaut d'autres données, se baser sur les tables établies par la Commission de l'Aqueduc du Croton, qui présentent une grande variété de cas différents.

L'auteur explique ses méthodes et formules en les appliquant à un cas particulier où se rencontrent les conditions les plus compliquées qui peuvent se présenter.

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Fabrication du ciment de laitier aux usines de la Compagnie Ashland Iron and Mining. — On vient de terminer aux usines de l'Ashland Iron and Mining Co (État de Kentucky) une installation pour la fabrication de 500 barils de ciment de laitier par jour.

L'*Iron Age*, du 20 juillet, donne la description de cette installation et des appareils qu'elle comporte. L'usine est actionnée électriquement et utilise la force motrice des gaz d'échappement des hauts fourneaux. Les laitiers sont recueillis dans un bassin en ciment assez grand pour recevoir et granuler tous les laitiers d'un haut fourneau. Une grue automobile les transporte ensuite à 60 mètres de là jusqu'au bâtiment des fours où des transporteurs les chargent dans trois fours rotatifs de séchage, système Ruggles-Coles. D'autres transporteurs portent le produit séché à la trémie des moulins. Cette trémie contient la matière première pour un jour de travail; la chaux, qui est calcinée sur place, est transportée dans une trémie située à côté de celle-ci. Chaux et laitier sont ensuite automatiquement distribués en proportions convenables à un premier cylindre rotatif Allis-Chalmers qui mélange et commence à broyer la matière, puis à trois autres cylindres du même type dans lesquels se termine la fabrication.

Après avoir décrit le magasin où le produit est ensuite amené automatiquement, l'auteur donne la description des deux types d'appareils employés.

Les fours rotatifs de séchage Ruggles-Coles sont constitués par des cylindres de 1^m 80 de diamètre et de 9 mètres de longueur, renfermant un deuxième

cylindre de faible diamètre. Les gaz chauds d'un foyer fixe passent par le cylindre intérieur puis entre les deux cylindres et sont rejetés par un ventilateur à la cheminée; la matière est agitée entre les deux cylindres par des cornières formant chicanes et est amenée à l'extrémité du cylindre pour le déchargement par une légère inclinaison de ce cylindre.

Les moulins Allis-Chalmers sont des cylindres de 1^m 50 de diamètre et 6^m 70 de longueur, revêtus intérieurement d'une couche de silex de 8 centimètres environ d'épaisseur et renfermant environ 10 tonnes de galets qui pulvérisent la matière. Ces cylindres nécessitent chacun 75 chevaux. Deux des sécheurs rotatifs sont actionnés par des moteurs de 15 chevaux, le troisième par un moteur de 30 chevaux qui actionne aussi une partie des appareils de manipulations mécaniques. Le reste des appareils est actionné par un moteur de 15 chevaux et un de 20 chevaux.

L'emploi du béton dans les constructions. — L'*Engineering Record*, du 15 avril, donne quelques renseignements empruntés à un mémoire de M. C. A. MATCHAM, directeur de la Lehigh Portland Cement Co sur les constructions en béton.

Il passe successivement en revue la construction des murs, des caves, des dallages, l'exécution des parements, des gros blocs de béton pour la construction, indique quelques précautions à prendre pour l'exécution du béton armé et décrit brièvement une maison en béton construite sous la direction de M. Matcham.

MÉCANIQUE

L'équilibrage des grandes machines à vapeur et l'atténuation des trépidations. — L'*Electrical Review* (N.-Y.) et l'*Engineering News*, du 22 juin, reproduisent une communication de M. JACOBUS, relative à l'addition de contrepoids aux grandes machines à vapeur employées dans les stations centrales.

La station centrale de la Rhode Island Co, à Providence (Rhode Island), est établie sur pilotis. Les pieux traversent, avant d'atteindre le bon sol, environ 9 mètres de sol meuble; aussi, malgré l'épaisseur de 1^m 50 donnée à la couche de béton dans laquelle sont noyées les têtes de ces pieux et sur laquelle ont été établies les fondations, les différentes parties de l'usine sont soumises à de très fortes vibrations.

M. Jacobus expose la répartition de ces vibrations dans l'usine, les moyens employés pour en déterminer l'amplitude aux différents points de cette usine et les dispositions qu'il a adoptées pour y remédier. Elles consistent dans l'adjonction de contrepoids très pesants ajoutés aux machines. Il examine, en outre, les conséquences de cette adjonction au point de vue de la marche de l'installation électrique.

Les observations de l'auteur ont porté sur trois machines horizontales cross-compound. À l'aide d'une sorte de sismographe, il a mesuré le déplacement horizontal du sol pendant la marche d'une des machines. Ce déplacement était de 0^m 25 au voisinage de la machine, mais il se trouvait amplifié dans certaines parties de la construction, au point d'être visible à l'œil. Au sommet de la cheminée, le déplacement était double, et il dépassait 3 millimètres si l'on choisissait convenablement la vitesse de la machine. Les machines étaient équilibrées partiellement par des contrepoids sur les manivelles. Ces contrepoids ont été augmentés, et des contrepoids additionnels ont été ajoutés dans le volant, de façon à équilibrer totalement les efforts horizontaux, ce qui, bien entendu, avait pour effet de donner une réaction verticale.

Pour réduire les vibrations horizontales, les seules qui pouvaient agir sur la couche de béton, on disposa sur les plateaux-manivelles des machines, et même sur les volants ou les champs tournants, des contrepoids très lourds. Pour le groupe de 1 600 kilowatts, un contrepoids de 2 250 kilogr. environ sur le plateau-manivelle et 1 600 kilogr. sur le volant.

Les quatre machines marchant avec leurs contrepoids la plus grande vibration mesurée (sur la plateforme du tableau) avait environ 0^m 9 d'amplitude; le sol auprès des machines vibrât avec une amplitude de 0^m 1. Les vibrations de la cheminée étaient imperceptibles.

L'addition de contrepoids ayant pour effet d'augmenter le coefficient d'irrégularité, l'auteur a fait diverses observations concernant l'accouplement des alternateurs après cet équilibrage. Il a constaté que la variation, qui était primitivement 1,8 degré élec-

trique, était passée à 3,2 degrés. Elle était la même, quelle que soit la position des contrepoids, mais sa fréquence différait. Néanmoins, les machines ont été accouplées sans difficulté, et les variations d'intensité constatées ont paru sans influence appréciable sur le rendement et sur la tension.

MINES

Formation de la banket de Tarkwa. — Le mot *banket*, qui est hollandais et qui signifie amande, est employé dans l'Afrique du Sud pour désigner un conglomérat aurifère d'allure particulière.

M. E. SCHUCH examine, dans l'*Engineering and Mining*, du 20 juin, la formation d'un gisement analogue dans la colonie anglaise africaine de la Côte de l'Or.

Il décrit d'abord la nature de ce gisement et les caractères géologiques de la région dans laquelle il se trouve.

La différence principale entre ces conglomérats et ceux du Rand réside dans la composition chimique; la pyrite est remplacée par l'oxyde de fer et l'hématite amorphe. Il y a dans les gisements de la Côte de l'Or, contrairement à ce qui se passe dans l'Afrique du Sud, très peu de veines éruptives et leur fonction minéralisatrice ne semble pas s'appliquer aux gisements de Tarkwa.

L'auteur, cherchant ensuite à expliquer la minéralisation de la banket de Tarkwa, expose les différentes hypothèses qui ont été émises pour expliquer la formation de la banket du Witwatersrand et les différentes raisons qui militent en faveur de la théorie de l'infiltration; il énumère ceux des caractères de la banket de Tarkwa qui diffèrent de ceux de la banket du Witwatersrand.

Il conclut que la théorie de l'infiltration ne suffirait pas à expliquer la formation du gisement de Tarkwa. La théorie du placer, combinée avec une transformation chimique partielle ultérieure de l'or, semble mieux s'appliquer à la minéralisation des conglomérats de Tarkwa.

Le même journal donne la description d'une banket récemment découverte dans le Mashonaland dans le district de Lo Magundi.

Le district aurifère de Cripple Creek. — M. Étienne A. RITTER étudie, dans les *Annales des Mines*, d'avril, le district aurifère de Cripple Creek, ainsi que ses récents développements dans la zone profonde. Ce district, découvert dans l'État du Colorado, durant l'été de 1891, a déjà produit depuis treize ans plus de 700 millions d'or. Il est aujourd'hui le plus grand producteur d'or d'Amérique et l'un des plus importants du monde, car il ne cède le pas qu'au Transvaal, avec la production de ce dernier avant la guerre, et au district de Kalgoorlie, dans l'Australie occidentale, qu'il suit d'ailleurs de près.

Le district de Cripple Creek occupe une superficie de 195 kilom. carrés; son altitude moyenne est de près de 3 000 mètres; les mines sont éparpillées sur les flancs de nombreuses collines faisant partie de la longue chaîne de bordure des Montagnes-Rocheuses.

Après un aperçu géographique du district, l'auteur étudie la géologie du pays en suivant autant que possible l'ordre d'arrivée au jour des différents magmas; les premiers furent d'un type intermédiaire, donnant jour surtout à des venues andésitiques; les éruptions les plus importantes de la phase suivante sont caractérisées par des roches très riches en alcali, surtout par des phonolites et des phonolites trachytiques; enfin les dernières éruptions ont donné des roches basiques. Il examine ensuite les veines et leur minéral, passant successivement en revue les veines et leurs caractères physiques, les métaux rencontrés dans les veines et leurs minéraux, les colonnes de minéral.

NAVIGATION

Service des bateaux express sur la Tamise, à Londres. — Le service de l'ancienne Thames Steamboat Co, interrompu depuis longtemps, a été repris tout dernièrement, à Londres, par les soins de la Municipalité qui a fait construire trente nouveaux bateaux à vapeur de 120 tonnes. Ceux-ci, avec leurs machines de 350 chevaux, peuvent marcher à 13 nœuds. Il y a place pour environ 500 voyageurs, dont 260 assis.

Le service, de Hammersmith à Greenwich, comprend 23 escales; pour des trajets de 3, 5, 8 et 11

milles anglais, les prix sont de 2, 3, 4 et 5 pence (ou 3, 5, 6 et 8 pence pour les aller et retour). La *Zeit. des Ver. deutsch. Eisenbahn.*, du 19 juillet, raconte l'inauguration de ce service, qui a eu lieu le 17 juin, et signale quelques accidents survenus le jour de l'inauguration, qui semblent devoir être attribués à l'encombrement et à l'affolement des voyageurs.

TRAVAUX PUBLICS

Projet de pont à basculement sur la Néva, à Saint-Petersbourg. — La Municipalité de Saint-Petersbourg a récemment décidé d'exécuter un projet de pont métallique à travée centrale basculante, étudié par MM. Kriwoschein et Apschikow qui avait été acquis à l'occasion du concours pour la construction d'un pont sur la Néva (pont Ohta).

Les deux travées de rives, de 150 mètres de portée, à tablier suspendu et à arcs surélevés, aboutiraient à une travée centrale de 42^m 50, constituée par deux vantaux basculant verticalement, comme pour le pont sur l'Oder, à Stettin (1). La largeur du pont serait de 23^m 50 dont 17^m 50 pour la chaussée. Les trottoirs seraient en encorbellement de part et d'autre des poutres en arc.

La navigation disposerait ainsi d'une passe assez large située au milieu du fleuve, dans la partie la plus profonde; le passage des glaçons serait facilité par la réduction du nombre des piles à deux seulement; ces piles seraient fondées à 25 mètres de profondeur et armées d'éperons brise-glaçons.

Les dépenses de construction du pont Ohta sont estimées à 11 millions de francs.

Le *Zentralbl. der Bauverw.*, du 9 août, donne une vue d'ensemble de ce pont.

Les pavés artificiels. — Le *Beton und Eisen* (n° 7 de 1905), publiant une étude générale sur les chaussées des routes et rues, cite quelques systèmes de pavés artificiels, en cailloux agglomérés par un mortier spécial et consolidés par des armatures en fer, proposés pour remplacer les pavés de granit ordinaire. Ces pavés auraient l'avantage de la régularité et peut-être de l'économie. Une application en a déjà été faite sur une certaine étendue dans la ville de Graz (Autriche). Ce pavage ne coûterait que 9 francs par mètre carré.

Ouvrages récemment parus.

Charpentes en fer et en acier (Barèmes), par Raymond Crois, Ingénieur des Arts et Manufactures. — Trois volumes in-4° de 1 700 pages, avec 2 000 figures. — V^e Dunod, éditeur, Paris, 1905. — Prix : reliés, 100 francs.

Cet ouvrage, qui constitue la troisième série des Grands Barèmes de la Construction métallique, comprend 163 barèmes et de nombreux tableaux donnant :

Les dimensions, poids et prix des couvertures en tuiles, ardoises, zinc, tuilettes métalliques, tôle ondulée, verres, carton, liège, coton minéral, etc. ;

Les poids des surcharges (vent et neige) ;

Les dimensions, poids et prix des lattis en fer et en acier; des chevrons en bois, en fer et en acier; des pannes en bois, fer ou acier, droites ou déversées, en profilés de types divers ou en treillis ;

Les dimensions et poids des pannes-sablières, des poutres-sablières en fer et en acier ;

Les dimensions et poids de quinze mille fermes en fer, en acier, mixtes (bois et fer), anglaises, belges, à la Polonceau, en *shed*, en *appentis*, à *auvents*, en *trapèze*, en *arc*, etc. ;

Les dimensions et poids des poteaux, des jambes de force, des contre-fiches, des contreventements, des lanterneaux, des appareils de dilatation ;

Les devis estimatifs des ossatures métalliques des charpentes (types usuels).

Les Barèmes donnent les dimensions, le poids et le prix de toutes les pièces d'une charpente. Chacun d'eux comporte un dessin d'ensemble et de détails, qu'il suffira de reproduire, en y inscrivant les dimensions fournies par le Barème, pour avoir un dessin complet d'exécution. On obtient ainsi sans aucun calcul un projet complet de charpente comprenant : dessin d'exécution, avant-métré et devis estimatif.

L'ouvrage contient l'exposé des méthodes gé-

rales de calcul des charpentes, et de celles spéciales aux types usuels. Le calcul d'une charpente se réduit à trois opérations : évaluation des charges, détermination des efforts, calcul des dimensions des pièces.

L'évaluation des charges s'effectue rapidement en consultant les Barèmes relatifs aux poids des couvertures et des surcharges (vent et neige).

Pour déterminer les efforts, l'ouvrage contient un Barème intitulé : *Efforts sur les pièces des Fermes*, permettant, par une simple multiplication, de déterminer les efforts sur toutes les pièces d'une ferme. Ceux qui préféreront employer la méthode graphostatique utiliseront le *Formulaire graphostatique*, recueil des épreuves et tracés relatifs à de nombreux types usuels.

Pour calculer les dimensions des pièces, il suffira de consulter les Barèmes-annexes des pièces comprimées, des pièces tendues et des modules de flexion.

La Martinique et la Guadeloupe. Notes de voyage, par Émile LÉGIER, rédacteur en chef de la *Sucrerie indigène et coloniale*. — Un volume in-8° de 185 pages, avec figures et carte des Antilles. — Publication de la Sucrerie indigène et coloniale, Paris, 1905. — Prix : 6 francs.

C'est surtout un ouvrage de statistique et de renseignements industriels et commerciaux que publie M. Légier, plutôt qu'un récit de voyage proprement dit. Après avoir consacré à chacune de nos deux colonies des Antilles un chapitre relatif à la géographie et à la climatologie, il aborde les importantes questions du travail et de la législation relative à l'industrie sucrière, qui joue là-bas, comme on le sait, un rôle essentiel.

Il passe en revue les différents éléments de la main-d'œuvre : les gens de couleur, les Indiens, les Congolais (les Chinois et Annamites ont été éliminés depuis un certain nombre d'années), et le régime économique de la culture : conditions du travail agricole, salaires, rôle des Banques de la Martinique et de la Guadeloupe, du Crédit foncier colonial, etc.

La culture de la canne à sucre, son achat, son prix de revient, son transport à l'usine, la description des principales sucreries et le prix de revient du sucre dans chacune d'elles, font l'objet des chapitres suivants. L'auteur étudie également la fabrication du rhum et son prix de revient; il cite les cultures secondaires de la Martinique, le café, le cacao, la vanille, le tabac, la banane, le coton, l'ananas, le poivre, etc.

Envisageant alors l'avenir de l'industrie sucrière dans ces deux colonies, M. Légier insiste sur la nécessité d'introduire dans la fabrication divers perfectionnements techniques qui ont fait leurs preuves. Les oscillations actuelles du cours des sucres d'une année à l'autre rendent précaire la situation des usines démodées. D'autre part, le rendement de la main-d'œuvre est minime, soit à l'usine, soit dans les champs, le crédit agricole reste à un taux trop élevé, enfin les luttes de classes et de partis sont un élément de désordre qui s'oppose au développement et à la stabilité des affaires.

Instrumente zur Messung der Temperatur für technische Zwecke (Instruments pour la mesure industrielle des températures), par Otto BECHSTEIN, Ingénieur. — Une brochure de 64 pages, avec 61 figures. — Jänecke frères, éditeurs, Hanovre, 1905. — Prix : 2 fr. 25.

Dans cet opuscule, l'auteur passe en revue les thermomètres à air et à hydrogène, les pyromètres à graphite ou métalliques, les appareils optiques pour la mesure des températures élevées, les pyromètres électriques, les indicateurs à distance, etc.

La plupart de ces appareils sont représentés par des dessins et des schémas d'installation qui en montrent nettement le fonctionnement.

Manuel du montage des lignes de tramways électriques, par R. WITTEBOLLE, Ingénieur-électricien. (*Bibliothèque de l'Ouvrier électricien*.) — Un volume in-12, avec 60 figures. — H. Desforges, éditeur, Paris, 1905. — Prix : broché, 2 fr. 50; relié percaline, 3 francs.

Le Gérant : H. AVOIRON.

(1) Voir la description de ce pont dans le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 46, p. 257.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Mécanique** : Moteur Diesel de 500 chevaux, à trois cylindres, installé à l'Exposition de Liège (*planche XIX*), p. 305. — **Automobiles** : Concours de véhicules industriels et de fourgons militaires (*suite*), p. 307; Ch. DANTIN. — **Industries textiles** : La ventilation des cardes dans les filatures de lin et d'étoupe, p. 309; Paul RAZOUS. — **Hygiène** : Clarification et stérilisation des eaux par le système américain, p. 311; Paul RAULIN. — **Jurisprudence** : L'essai des inventions et leur communication aux Sociétés savantes, p. 315; Louis RACHOU. — **Variétés** : Causes de l'élévation

de température dans les tunnels métropolitains, p. 315; — Chemin de fer du Nil à la mer Rouge, p. 316; — Les pertes causées dans les réservoirs d'eau par l'évaporation, p. 317; — Aiguillage automatique système Turner, p. 317.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Académie des Sciences (28 août 1905), p. 318.

BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 318; — Ouvrages récemment parus, p. 320.

Planche XIX : Moteur Diesel de 500 chevaux, à trois cylindres, installé à l'Exposition de Liège.

MÉCANIQUE

MOTEUR DIESEL DE 500 CHEVAUX, A TROIS CYLINDRES installé à l'Exposition de Liège.

(*Planche XIX.*)

A l'entrée de la grande galerie des machines motrices de l'Exposition de Liège, on rencontre un moteur Diesel vertical à trois cylindres,

que le *Génie Civil* a consacrée, dès 1898, aux premiers types étudiés par M. Diesel, et qui avaient attiré l'attention du monde des Ingénieurs ⁽¹⁾.

Rappelons que le moteur Diesel est un moteur à pétrole qui fonctionne, non par explosion, mais par combustion lente, de sorte que le diagramme relevé à l'indicateur ressemble à celui d'une machine à vapeur à admission variable.

Il travaille avec un cycle à quatre temps, comme suit :

Premier temps : Descente du piston, admission d'air au cylindre; Deuxième temps : Montée du piston; compression de l'air à envi-

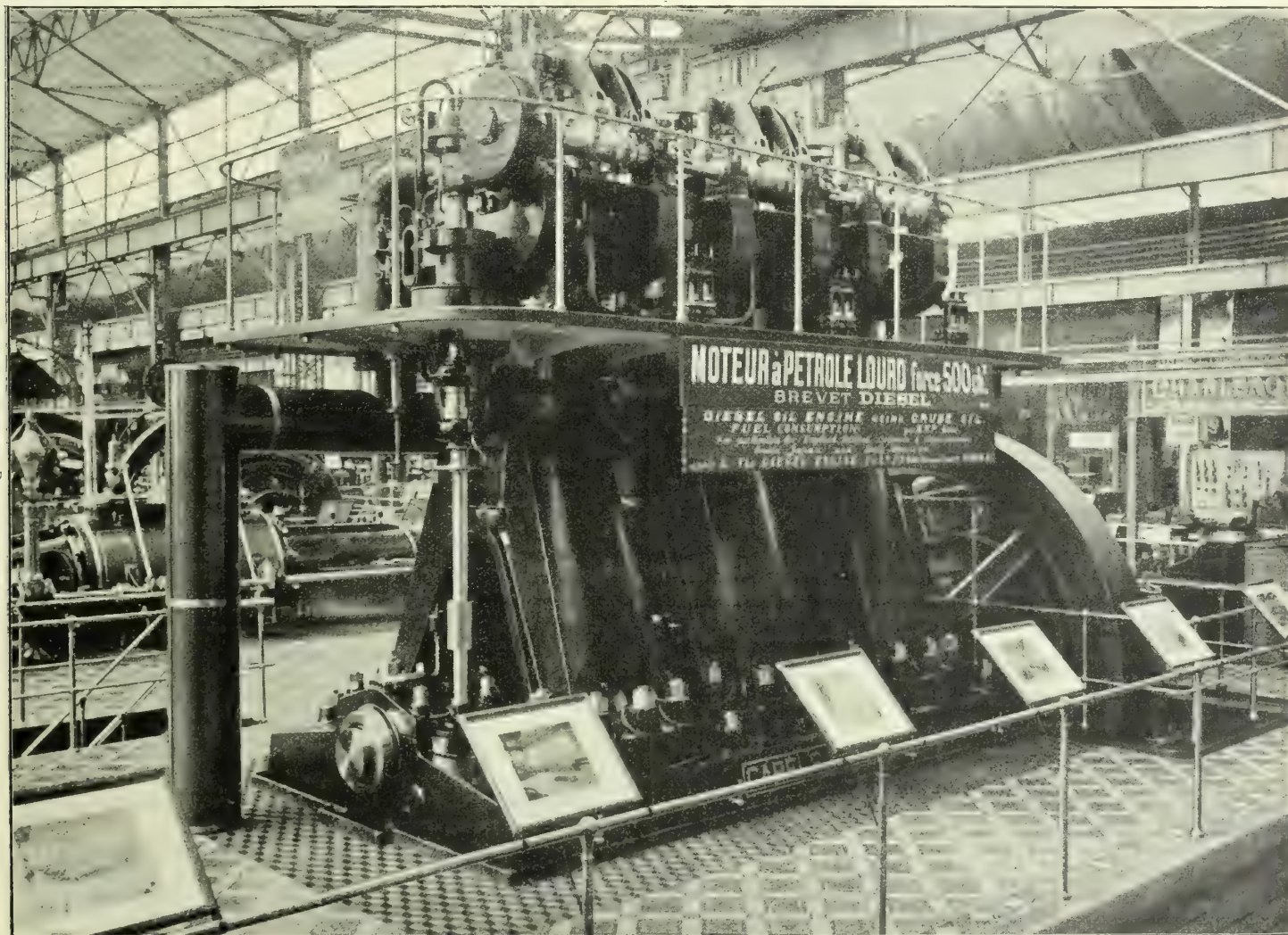


FIG. 1. — MOTEUR DIESEL DE 500 CHEVAUX, A TROIS CYLINDRES, EXPOSÉ A LIÈGE.

d'une puissance de 500 à 600 chevaux, le plus important moteur de ce genre exécuté jusqu'ici en Belgique. Il est construit par la Société des Ateliers Carels, à Gand, et accouplé directement à une dynamo, construite par la Société Belge d'Électricité, qui peut produire 450 kilowatts à 550 volts, à la vitesse de 150 tours par minute (fig. 1).

La description de ce moteur pourra servir de complément à l'étude

ron 35 atmosphères, ce qui l'amène à une température correspondant au rouge incandescent;

Troisième temps : Deuxième descente du piston; injection graduelle dans cet air incandescent d'une petite quantité de combustible liquide,

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXII, n° 17, p. 277, et t. XXXV, n° 46, p. 238.

réglée par un régulateur suivant la puissance nécessaire à l'instant considéré. Ce combustible s'allume au contact de l'air surchauffé, sans l'intervention d'aucun organe d'allumage, et brûle, en produisant dans le diagramme une ligne de combustion horizontale plus ou moins longue, suivant la position du régulateur. Après la période d'admission de combustible, a lieu la détente des gaz brûlés. Ce troisième temps est donc la période motrice proprement dite;

Quatrième temps : Deuxième montée du piston; échappement des gaz de la combustion.

L'injection du combustible liquide a lieu au moyen d'une pompe spéciale, qui insuffle le liquide au moment voulu dans le cylindre.

Les trois cylindres reposent (fig. 1 à 3, pl. XIX) sur un bâti qui reçoit en même temps les quatre paliers de l'arbre, dont le diamètre dans chaque palier est de 280 millimètres, et la portée de 650 millimètres. Du côté du volant, l'arbre est maintenu par un grand contre-palier de 260 millimètres de diamètre et de 650 millimètres de portée.

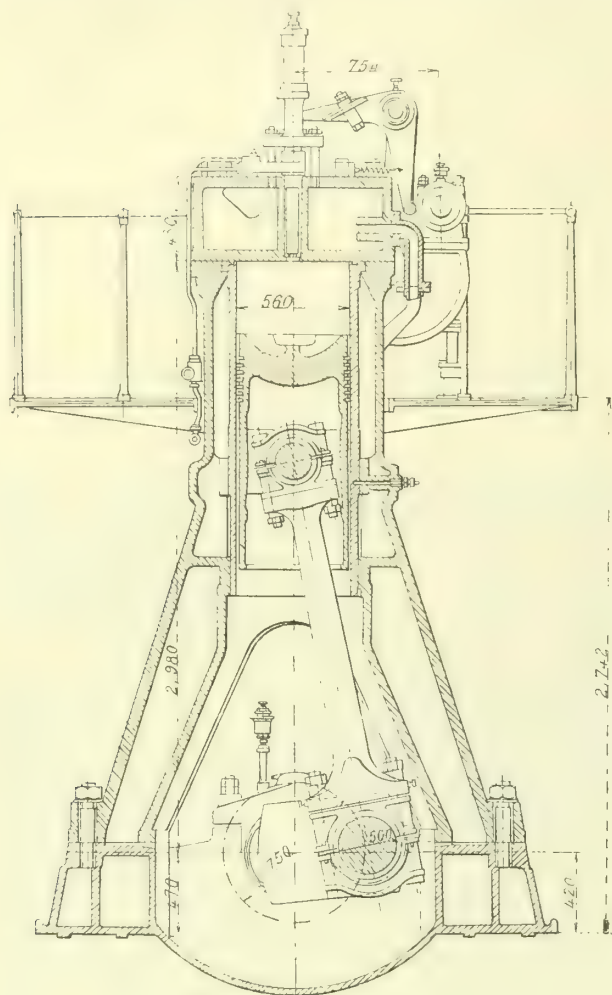


FIG. 2. — Coupe transversale par un cylindre.

Tous ces paliers sont garnis de métal blanc et munis de trois anneaux graisseurs. L'extrémité des coussinets et celles des parties portantes de l'arbre sont constamment lubrifiées sans aucune perte d'huile.

Les réservoirs des coussinets sont toujours remplis d'huile; le nettoyage en est facile, et des niveaux d'huile montés à l'extérieur du bâti permettent de vérifier en tout temps que le graissage s'effectue bien.

Les trois boutons de manivelles sont lubrifiés au moyen d'anneaux graisseurs, qui y amènent l'huile par la force centrifuge.

Les bielles sont en trois pièces. Le corps, en acier, reçoit les coussinets, dont chacun est formé de deux parties. Le coussinet d'articulation au piston (200×320 millimètres) est en bronze phosphoreux, tandis que celui du bouton de manivelle (300×320 millimètres) est en acier garni de métal blanc. La longueur de la bielle peut être modifiée suivant les besoins au moyen de pièces intercalaires venant entre le corps et la tête principale. Pour le réglage des paliers, on se sert aussi de cales, qui peuvent être placées sans qu'on soit obligé de démonter les paliers, disposition essentielle en raison du poids des pièces.

Chaque piston est du type ordinaire, et porte huit segments en fonte; il reçoit, à chaque course, une injection d'huile entre le premier et le second segment. Le graissage du tourillon de piston se fait au moyen de rainures au piston, qui se remplissent périodiquement.

L'huile de graissage à l'intérieur du cylindre est fournie par un appareil Mollerup, actionné par l'arbre de distribution, pour chaque cylindre.

Les soupapes (fig. 3 à 5, du texte, et fig. 4 et 5, pl. XIX) sont logées verticalement dans le couvercle. Celui-ci, aussi bien que le cylindre

(fig. 3), est refroidi efficacement au moyen d'une circulation d'eau. Il en est de même de la soupape et du tuyau d'échappement.

L'eau réfrigérante passe par un entonnoir qui permet d'en vérifier la température.

La distribution se fait au moyen de cames, calées sur un arbre horizontal. Le levier de la soupape de combustion est en deux parties, ce qui permet de retirer toutes les soupapes sans démonter l'arbre des cames. Une plate-forme entourant le moteur rend accessibles toutes les pièces de distribution.

La mise en route s'opère au moyen de l'air comprimé qui est emmagasiné, à une pression d'environ 50 atmosphères, dans deux réservoirs d'une capacité de 400 litres. Deux des cylindres sont munis du dispositif de mise en marche, ce qui permet de produire la combustion régulière au bout de quelques tours.

Le réglage du moteur est réalisé par le fonctionnement d'un régulateur axial, et la vitesse peut varier de 145 à 155 tours par minute. L'irrégularité maximum est de 2 % quand on passe brusquement de la pleine charge à la marche à vide. Le coefficient d'irrégularité est le même pour chaque vitesse, en raison du déplacement du point d'attaque des ressorts de contrepoids du régulateur.

Ce type de moteur est donc parfaitement approprié à la commande de dynamos, soit d'éclairage, soit de traction; l'accouplement en parallèle des alternateurs commandés directement s'obtient sans difficulté.

La pompe à pétrole débite la quantité nécessaire de combustible.

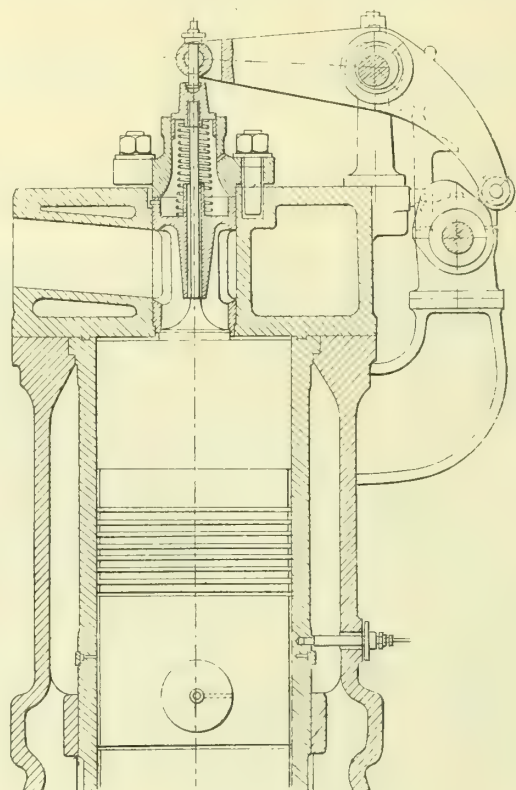


FIG. 3. — Soupape d'admission de l'air.

Son piston plongeur est commandé par l'arbre vertical de distribution au moyen de l'excentrique A. Le régulateur B agit par l'intermédiaire de l'excentrique C sur la soupape d'aspiration D de la pompe et règle la quantité de combustible à introduire. Il est, en outre, muni d'un dispositif de déclat automatique pour le cas où la vitesse dépasserait 160 tours.

Toutes les pièces en mouvement du régulateur et de la pompe sont enfermées et graissées par barbotage.

La pompe à air, tout à fait indépendante du moteur lui-même, comprend deux cylindres à triple expansion. Elle peut être commandée par accouplement direct de l'arbre, ou par un électromoteur spécial, selon les besoins de l'installation.

La compression à 60 atmosphères est atteinte en trois temps. L'air comprimé une première fois entre dans un réservoir où il est refroidi et purgé, puis aspiré dans le cylindre suivant, qui le porte à une pression supérieure. Cette compression en trois temps empêche une augmentation de température supérieure à 150 degrés environ, point important pour la conservation et le bon fonctionnement des organes, et notamment des soupapes.

En outre, ce mode de compression donne, en comparaison avec une compression à deux temps, une économie de 8 à 10 % au moins, procurant ainsi une réduction proportionnelle du travail nécessaire à la production de l'air d'insufflation (1).

(1) Voir, au sujet de la production d'air comprimé à haute pression, l'importante étude publiée par M. BOURT dans le *Genie Civil*, t. XXVII, nos 4 à 15.

Fig. 1 à 3. Groupe électrogène actionné par moteur Diesel.

Fig. 1. Elévation

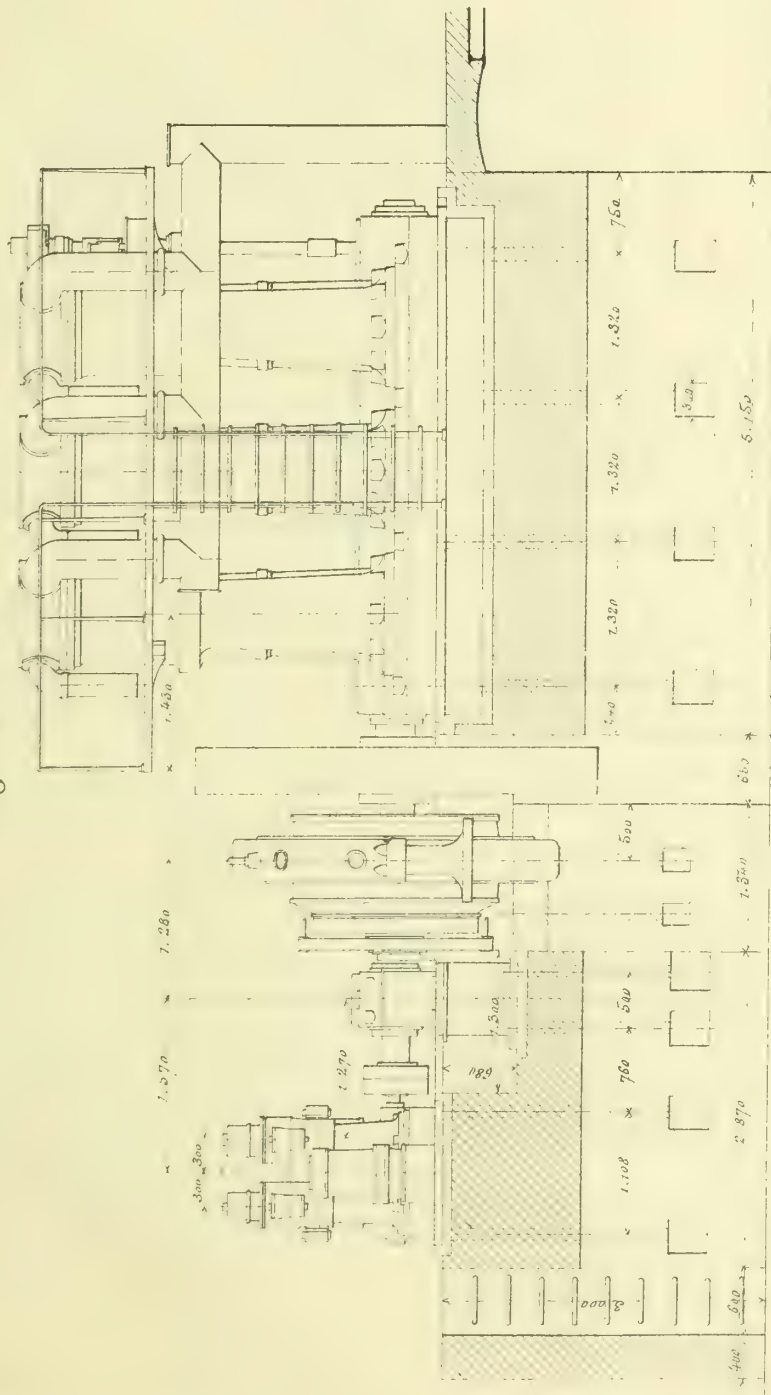


Fig.3. Vuc de ccté

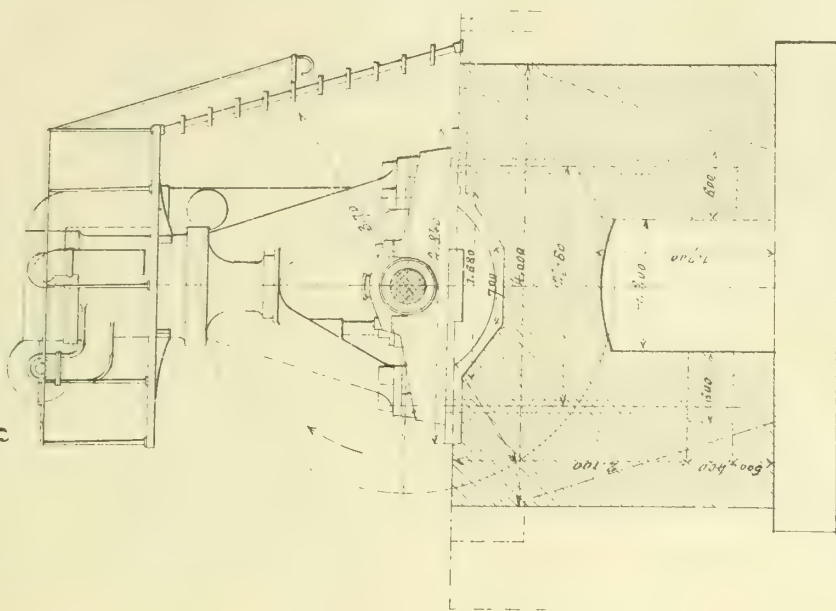


Fig. 2. Main

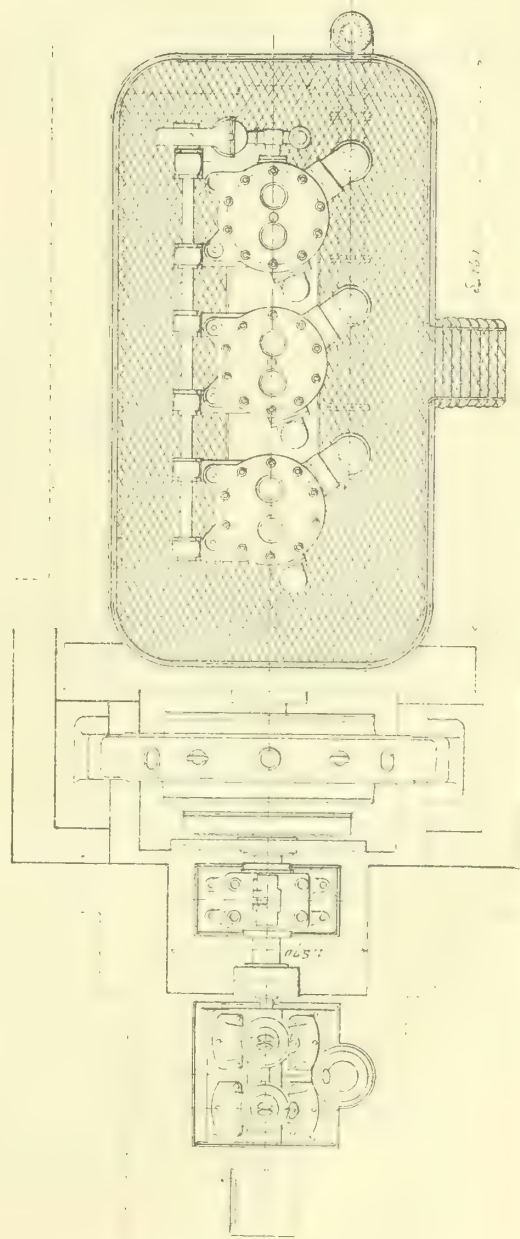


Fig. 4. Coupe verticale d'une soupape d'échappement

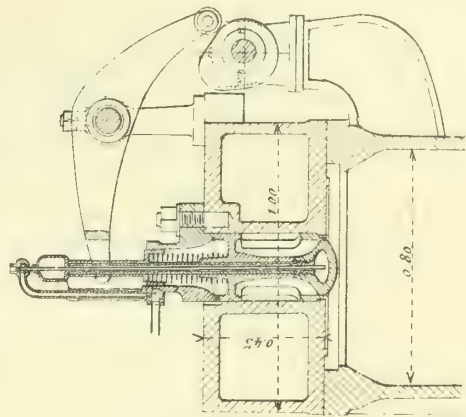
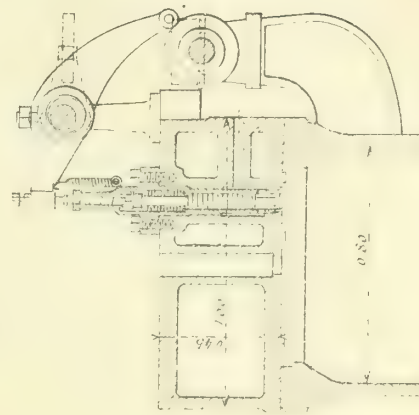


Fig. 5. Coupe verticale d'une soupe de mise en marche



Le moteur Diesel est donc, dans sa forme actuelle, exclusivement destiné à la consommation des combustibles liquides, mais il peut indifféremment utiliser des huiles de toutes qualités. Il brûle, sans trace de fumée et sans odeur, et sans le moindre encrassement des organes

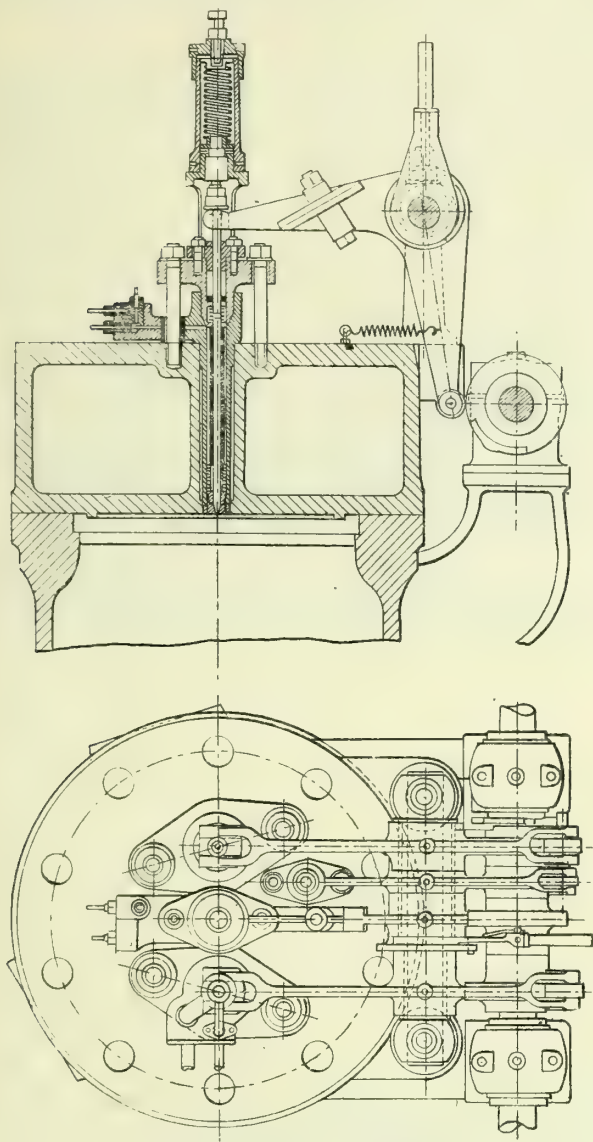


FIG. 4 et 5. — Soupape d'injection du pétrole.

intérieurs, les huiles brutes, telles qu'elles proviennent des sources d'Amérique, de Russie ou de Roumanie, ainsi que les résidus de la distillation des goudrons, des houilles, des schistes et des lignites.

Pour des puissances supérieures à 70 chevaux, la consommation est d'environ 185 grammes de pétrole par cheval effectif.

Les avantages du moteur Diesel lui ont valu un développement rapide, et il en existe déjà plus de 2 000 unités, représentant une puissance globale supérieure à 100 000 chevaux. Jusqu'ici, l'activité des usines qui le construisent s'était principalement consacrée aux moteurs fixes, qui se fabriquent aujourd'hui depuis 6 jusqu'à 500 chevaux; plus récemment, l'attention a été attirée sur les services que peut rendre ce système dans la propulsion des navires.

On conçoit en effet l'intérêt que présente l'emploi de moteurs dont l'emplacement n'est pas supérieur à celui d'une machine à vapeur, mais économisant tout l'emplacement et le poids des chaudières, n'exigeant qu'un personnel réduit, et donnant au navire, à volume égal de combustible, un rayon d'action beaucoup plus considérable, en évitant les ravitaillements, si difficiles en dehors des ports.

Il existe déjà sur divers bateaux, en France et en Angleterre notamment, des moteurs Diesel de puissances moyennes; un certain nombre de sous-marins français sont équipés avec ces moteurs, et cette pre-

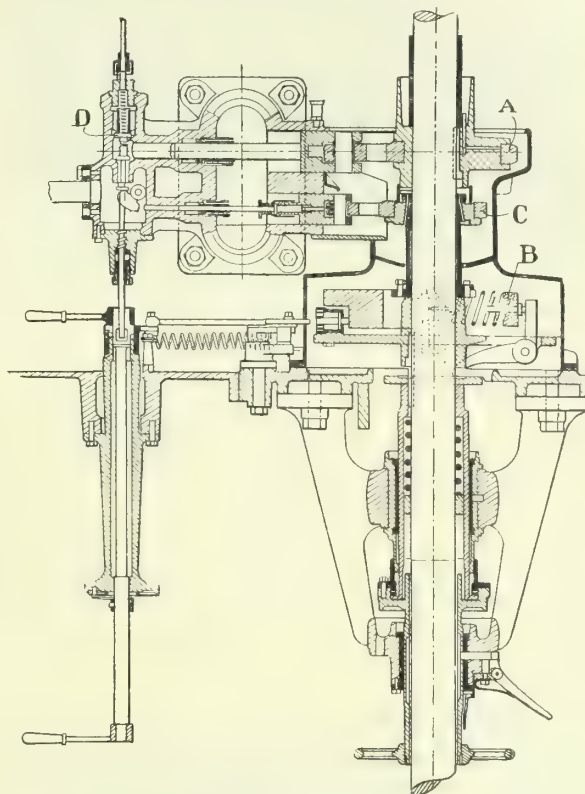


FIG. 6. — Coupe verticale de la pompe à pétrole.

mière application en appellera sans doute de plus importantes, en raison de l'importance croissante que prend la production mondiale du pétrole, et de la facilité d'utiliser ainsi des résidus qui ne trouveraient pas d'autre emploi.

A. C.

AUTOMOBILES

CONCOURS DE VÉHICULES INDUSTRIELS et de fourgons militaires.

(Suite 1.)

VÉHICULES COTTEREAU. — La Société Cottereau et C^{ie} avait engagé trois véhicules : un fourgon militaire, monté sur un châssis ordinaire de camion pour 3 tonnes de charge utile; un camion pour 5 tonnes de charge utile, et un omnibus de 24 places, monté sur un châssis du même type que le précédent.

Le châssis du fourgon (fig. 1) est muni d'un moteur à trois cylindres, de 10 à 14 chevaux. L'alésage des cylindres est de 93 millimètres, la course 120 millimètres; la puissance de 14 chevaux correspond à une vitesse d'environ 900 tours. Les soupapes d'admission et d'échappement sont placées de part et d'autre des cylindres, et commandées par deux arbres à cames enfermés dans le carter. Le réglage s'effectue par variation de la levée des soupapes d'admission. L'allumage se fait par accumulateurs et bobines.

Le carburateur est du type Longuemare.

La circulation a lieu par pompe centrifuge commandée par friction et le refroidissement est assuré par un radiateur alvéolaire.

La transmission se fait par deux chaînes. Elle comporte quatre vitesses en avant et une en arrière, obtenues par deux trains balladeurs commandés par un seul levier. La marche arrière résulte de l'interposition d'un pignon fou entre les deux pignons de petite vitesse, dans la position débrayée. Les vitesses obtenues sont de 5, 9, 13 et 18 kilom. à l'heure. L'embrayage est à cône de cuir.

Le châssis est en acier en U, avec traverses rivées.

Les quatre roues, de 900 millimètres de diamètre, sont montées sur fusées lisses. Les roues avant sont munies de caoutchoucs pleins; les roues arrière sont sur bandages en acier de 130 millimètres de largeur.

Les freins sont au nombre de trois : deux intérieurs, sur les roues arrière, et un extérieur, sur le différentiel.

La direction, irréversible, est commandée par pignons d'angle.

Comme on a pu le voir par le tableau que nous avons donné précédemment (1), le poids de ce fourgon ainsi que sa charge possible dépassaient les limites fixées par le règlement; il n'a donc pris part qu'officieusement au concours, sans pouvoir participer au classement.

Le camion et l'omnibus étaient montés sur des châssis munis de moteurs à quatre cylindres, d'environ 20 chevaux (même alésage et même course que le précédent). La disposition générale du châssis est

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 48, p. 289.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 48, p. 294.

du reste la même, les organes étant simplement renforcés; les vitesses sont également les mêmes.

Le diamètre des roues reste de 900 millimètres; les roues avant sont caoutchoutées; les roues arrière sont sur bandages en acier dont la largeur est portée à 180 millimètres.

La charge utile du camion peut atteindre 5 tonnes. La suspension



FIG. 1. — Fourgon militaire Cottureau.

est assurée par quatre ressorts longitudinaux. Le poids à vide, y compris plateau et ridelles, est de 2 650 kilogrammes.

La suspension arrière de l'omnibus est complétée par un ressort transversal. La caisse comporte 24 places.

OMNIBUS MORS. — L'omnibus engagé par la Société Mors est actionné par un moteur à quatre cylindres de 108 millimètres d'alésage et 150 millimètres de course, à soupapes commandées et à double allumage, l'un par magnéto à basse tension, l'autre par bougies et accumulateurs.

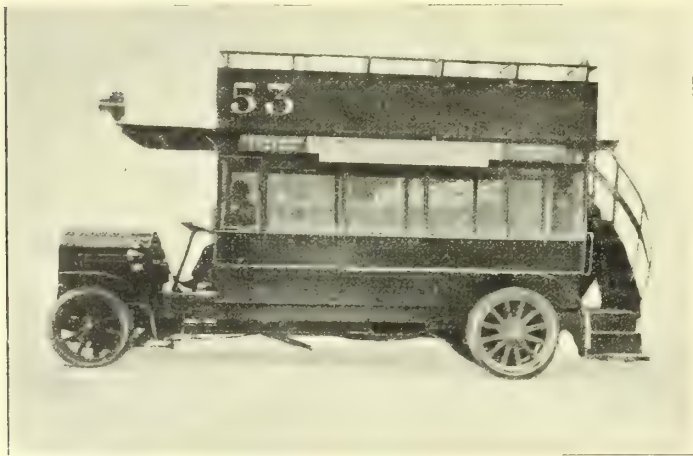


FIG. 2. — Omnibus Mors.

L'embrayage s'effectue par deux segments montés à l'intérieur du volant, segments dont l'adhérence est provoquée par l'action d'un cône glissant sur l'arbre d'embrayage. Ce cône est poussé par un ressort, à l'encontre duquel agit la pédale de débrayage.

La transmission comporte trois vitesses, la plus grande étant en prise directe; l'attaque des roues motrices se fait par chaînes.

Les freins sont au nombre de deux : l'un, commandé par pédale, agit sur le différentiel. La pédale agit sur un premier ruban qui, s'enroulant sur une poulie auxiliaire, entraîne le ruban principal et provoque son serrage sur sa poulie.

Le second des freins agit sur les roues arrière, et est commandé, soit directement, par un levier latéral, soit par une seconde pédale qui, en produisant l'adhérence d'un ruban sur une deuxième poulie auxiliaire montée sur le différentiel, entraîne un palonnier qui provoque le serrage.

Le châssis est en fer profilé; les bandages sont en caoutchouc plein, simple en avant, jumelé à l'arrière.

La caisse répond au programme des omnibus de Londres : 16 voyageurs à l'intérieur, 18 à l'impériale, plus le conducteur et le receveur, soit en tout 36 personnes.

La puissance du moteur (30 chevaux) permet le démarrage en charge, en palier, à la seconde vitesse. La vitesse normale est de 25 à 30 kilom. à l'heure.

VÉHICULES DE LA SOCIÉTÉ DES AUTOMOBILES CLÉMENT ET GLADIATOR. — La Société des Automobiles Clément et Gladiator avait engagé un camion (fig. 3) et une voiture de livraison (fig. 4). Le premier, capable de porter 1 800 kilogr. de charge utile, pèse à vide 1 535 kilogr. Il est

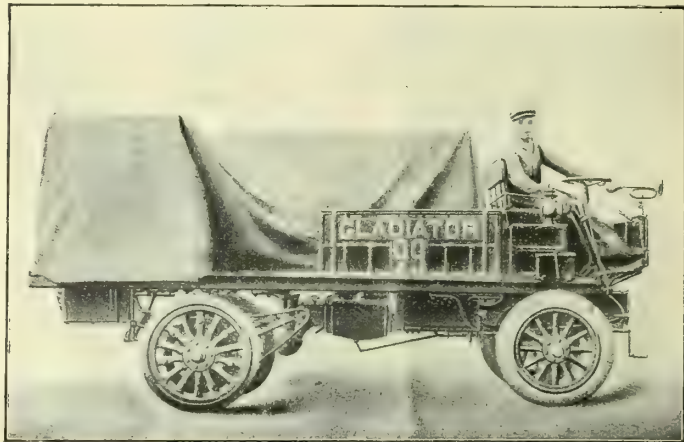


FIG. 3. — Camion Clément et Gladiator.

équipé avec un moteur Aster de 10 chevaux, à deux cylindres de 0^m105 × 0^m130, tournant à 1 100 tours. Le carburateur est du type Longuemare. L'allumage est assuré par des accumulateurs. Le régulateur centrifuge agit sur l'admission du moteur. Le refroidissement se fait par radiateur à ailettes et pompe de circulation, sans ventilateur. Le camion emporte avec lui 25 litres d'essence, 45 litres d'eau et 2 litres d'huile; il consomme environ 1 litre d'essence par 10 kilomètres.

La transmission comporte un changement de vitesses à train balladeur (quatre vitesses), un embrayage par cône de friction, et deux

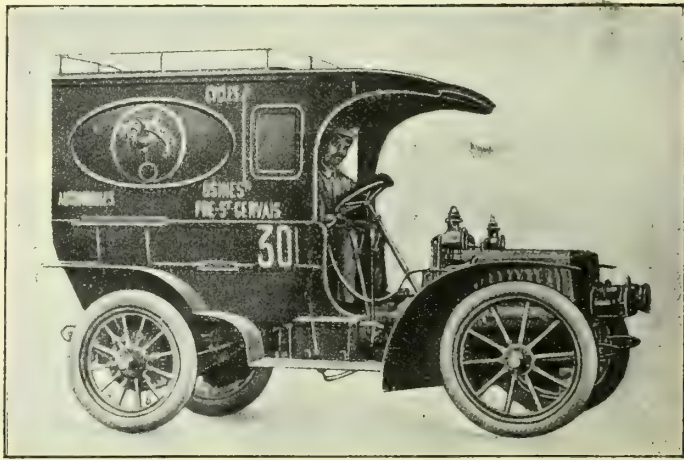


FIG. 4. — Voiture de livraison Clément et Gladiator.

chaînes attaquant les roues arrière. Les freins agissent sur ces roues et sur le différentiel.

Le châssis, en bois armé, présente une longueur de 4^m65; la voie est de 1^m55; l'empattement, 2^m65.

Les roues avant sont munies de bandages Dunlop de 120; les roues motrices, de bandages pleins. Leur diamètre est 0^m80.

La voiture de livraison, à caisse fermée (fig. 4), pèse à vide 1 450 kilogr. et peut transporter sept personnes ou 650 kilogr. de charge utile.

Le moteur Aster de 12 chevaux, à deux cylindres de 0^m105 × 0^m140, est analogue à celui du camion, ainsi, d'ailleurs, que les autres organes : carburateur, radiateur, transmission, freins, etc. La voiture emporte 30 litres d'essence et 35 litres d'eau; elle consomme à peu près 15 litres d'essence par 100 kilomètres.

Le châssis, en bois armé, a 3^m10 de longueur; la voie est de 1^m33; l'empattement, de 2^m35. Les pneumatiques Dunlop sont de 105 millimètres à l'avant et de 120 millimètres à l'arrière.

(A suivre.)

Ch. DANTIN.

INDUSTRIES TEXTILES

LA VENTILATION DES CARDES
dans les filatures de lin et d'étaupe.

Le travail du cardage, dans les filatures de lin, consiste à nettoyer en partie l'étaupe et à la débarrasser de ses débris ligneux inutilisables; il s'effectue par l'action des aiguilles qui garnissent les cylindres en mouvement. Le mouvement très rapide de ces cylindres, surtout du grand tambour, qui constitue l'organe principal de la carde, produit dans l'atmosphère des ateliers la dissémination d'une infinité de particules poussiéreuses et de filaments projetés par la force centrifuge.

Pour se débarrasser de ces matières pulvérulentes et filamenteuses, deux modes principaux de ventilation ont été essayés : 1° la ventilation mécanique générale des carderies; 2° la ventilation localisée des cardes.

Le premier mode est généralement insuffisant, car l'emplacement des prises d'air et des ventilateurs est commandé bien plus par la facilité d'établir des transmissions et de s'épargner certains frais de construction supplémentaires, que par la recherche approfondie de l'assainissement de l'air. En second lieu, cette ventilation générale peut nuire, en créant, au sein de l'atmosphère des ateliers, une dépression plus ou moins forte qui, au moment de la mise en marche des appareils, favorise la sortie des poussières par les ouvertures de l'enveloppe de la carde.

La ventilation localisée des cardes, c'est-à-dire la ventilation à l'intérieur d'une enveloppe, est beaucoup plus efficace lorsqu'elle est bien conçue. Le problème à résoudre n'est cependant pas, ainsi que l'a montré le docteur Glibert, aussi simple qu'il le paraît à première vue.

Supposons que la carde A (fig. 1) soit en activité, et qu'elle soit entourée d'une enveloppe dans toutes ses parties, sauf celle d'avant, au-dessus de la table à étaler. Le tambour tournant à grande vitesse, il se produit, dans l'espace fermé par l'enveloppe, un mouvement d'air considérable tendant à projeter les poussières par la face antérieure B de la carde, nécessairement découverte en cet endroit. Une aspiration, pour être efficace, doit donc être au moins suffisante pour neutraliser sur toute la section antérieure laissée libre, les effets de la force centrifuge. Si, en un point C, nous pratiquons une ouverture pour un canal aspirateur D, il faudra que la vitesse de l'air en ce point C soit très grande, puisque, quoi qu'on fasse, la section de cette ouverture aspiratrice sera toujours plus faible que celle de l'entrée B. Or, produire en ce point une succion énergique, c'est aggraver les inconvénients dus à la vitesse circonférentielle du tambour : c'est favoriser la tendance qu'ont déjà les fibres de la nappe d'étaupe à quitter leur position régulière. De là des malfaçons et du déchet, ou bien, si l'on diminue l'aspiration, un effet très médiocre au point de vue hygiénique.

M. Leclerc de Pulligny, Ingénieur des Ponts et Chaussées, dans une étude sur les conditions hygiéniques dans les filatures de lin, pose les principes suivants, relatifs à la ventilation localisée :

« L'enveloppe doit être aussi étanche que possible, et la chose est réalisable, car les seuls orifices qu'il soit nécessaire de laisser ouverts en permanence sont ceux qui servent au chargement et au débit de la machine quand ce chargement et ce débit sont continus.

« D'autres orifices peuvent être nécessaires au service et on les fera aussi nombreux qu'il sera utile, mais ils seront tenus fermés la plupart du temps. Certaines parties qu'il faut voir recevoir des glaces ouvrantes ou fixes.

« Il faut remarquer qu'il ne s'agit pas d'aspirer des poussières dans l'enveloppe pour les rassembler ailleurs, mais simplement de créer à l'intérieur de cette enveloppe une dépression modérée. Elle suffira pour que les joints laissent passer de l'air vers la machine au lieu de débiter des poussières vers l'extérieur, et si ces joints sont rares et étroits, si l'orifice de chargement est restreint, la dépression sera légère, le volume d'air à aspirer pour la maintenir sera peu important, et les frais de ventilation seront réduits.

« Quant aux déchets, ils se déposeront dans les remous du courant d'air et, de temps en temps, on ouvrira l'enveloppe à l'endroit propice pour les recueillir. »

De nombreux systèmes de ventilation localisée des cardes ont été imaginés. Nous donnerons ci-après la description de quelques types installés en Allemagne, en Angleterre, en Autriche, en Belgique et en France; mais auparavant, nous décrirons plusieurs types améliorés de ventilation générale.

VENTILATION GÉNÉRALE DES CARDES. — Dans le système qui a été installé en 1889 chez MM. Boutemy frères, filateurs à Lys-les-Lannoy, la carde C (fig. 2) se trouve à 1^m 50 de la muraille AB. Si la carde est isolée, on l'entoure de cloisons ABDE, allant de haut en bas de la salle,

sauf sur le devant. S'il y a plusieurs cardes placées sur une même ligne, les deux cardes extrêmes ont leur cloison allant de haut en bas de la salle. La cloison de devant descend à hauteur convenable pour que l'ouvrier puisse voir sa carde et la surveiller. Le ventilateur est posé en O, à la partie supérieure de la salle; il est du type Blackmann, de 0^m 90 de diamètre, tournant à 1 000 tours par minute; un pareil ventilateur peut servir pour deux cardes.

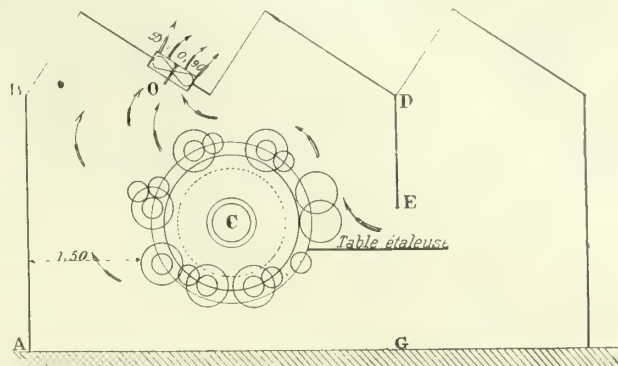


FIG. 2. — Enlèvement des poussières produites par le cardage des étoupes (ventilation générale, système Boutemy).

Sitôt que le ventilateur marche, l'air entre par l'espace EG, et l'ouvrier placé dans cet espace se trouve absolument préservé des poussières.

Le système Boutemy, que nous avons fait connaître dès 1897 (1), a paru intéressant au docteur Glibert; cet hygiéniste, cependant, tout en reconnaissant que l'air de la carderie de MM. Boutemy était moins chargé de poussières que celui de la plupart des carderies de Belgique, craint qu'il n'ait l'inconvénient commun à toutes les ventilations actives : la réfrigération intense pendant la saison rigoureuse; mais ceci, ajoute-t-il, n'est point sans remède, car des batteries de tuyaux à ailettes, chauffés à la vapeur, placées devant les orifices d'entrée de l'air dans l'atelier, suffisent à l'échauffer. Le dispositif Boutemy serait surtout utile dans les carderies où la pesée et l'étalage de l'étaupe se font automatiquement, parce que, dans ce cas, l'ouvrière peut se tenir à une assez grande distance de la machine proprement dite.

Un autre dispositif de ventilation générale, réalisé dans quelques carderies anglaises, est signalé par M. H. Osborn, inspecteur du travail en Angleterre, dans son rapport de 1904; il est représenté sur la figure 3. A, A sont des canaux souterrains sur lesquels débouchent

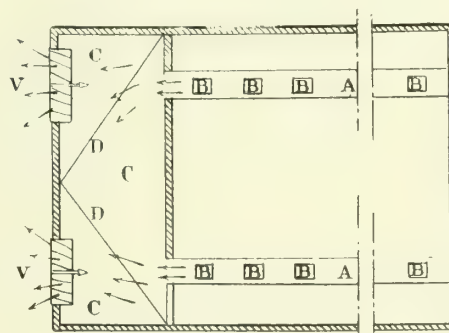


FIG. 3. — Ventilation générale (carderies anglaises).

les ouvertures B, B, situées au-dessus de chaque carde. L'air est aspiré par deux grands ventilateurs V dans la chambre C, où il perd une bonne partie de sa vitesse, ce qui favorise le dépôt des déchets, retenus d'ailleurs par des toiles métalliques à mailles fines D, D, qui ne laissent passer que la poussière.

A la filature Ravensberg, de Bielefeld, la ventilation des cardes se fait de la façon suivante. Un canal collecteur (fig. 4) de 0^m 21 de section

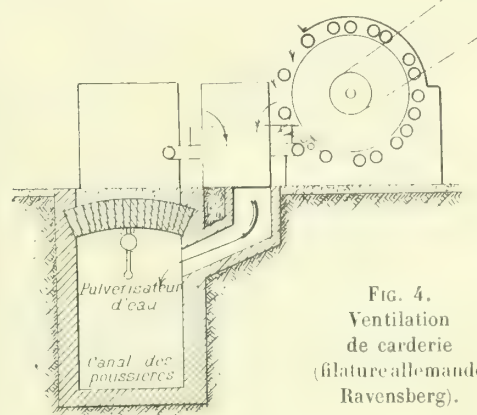


FIG. 4. — Ventilation de carderie (filature allemande Ravensberg).

part de chaque carde, et aboutit à une chambre souterraine recouverte d'un enduit de ciment et régnant sur toute la rangée de cardes d'un même atelier. Des appareils projecteurs d'eau pulvérisée (habituellement un pour deux cardes) humidifient la poussière et la rabattent. Les pulvérisateurs d'eau (système Hurling, de Vienne) sont

alimentés directement par la distribution d'eau de la ville.

La ventilation des cardes, à la filature Erben Faltis, à Trantenau,

d'après les inspecteurs autrichiens, se fait d'une façon analogue. Le mode de collection des poussières seul diffère. Les poussières de chaque carte sont aspirées par un canal souterrain spécial communiquant avec un ventilateur qui les envoie dans un tuyau vertical collecteur d'environ 0^m 80 de diamètre, placé à l'extérieur, contre le bâtiment et en desservant tous les étages. Ce tuyau vertical communique, par un canal souterrain de 1^m 80, avec une tour carrée de 40 mètres de hauteur et ayant une section d'environ 9 mètres carrés. Cette section étant beaucoup plus forte que celle du canal collecteur, la vitesse de l'air se ralentit considérablement, et les poussières s'y déposent.

VENTILATION LOCALISÉE. — *Système de la Société « la Linière gantoise ».* — M. Glibert, médecin-inspecteur du travail à l'Administration centrale du royaume de Belgique, décrit ainsi ce dispositif :

Sous chaque carte A (fig. 5 et 6) on a creusé une excavation ayant la forme d'une pyramide rectangulaire renversée E à faces recou-

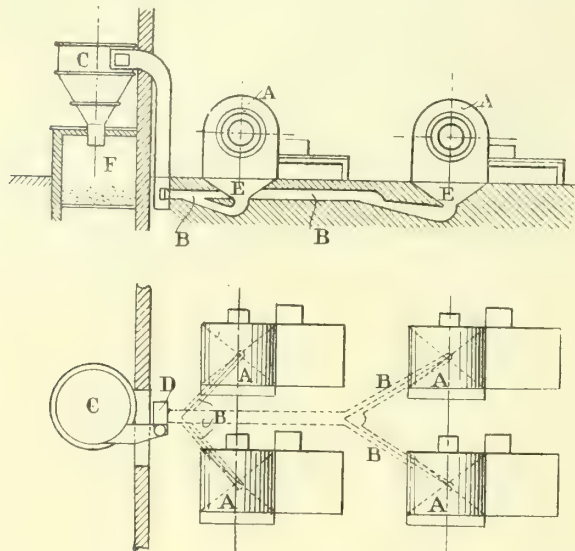


Fig. 5 et 6. — Élévation et plan du dispositif de ventilation des cartes avec enlèvement des déchets de la Société « la Linière gantoise ».

vertes de carreaux émaillés afin de faciliter le glissement des déchets ; la pointe se prolonge par une canalisation B en grès vernissé. Un ventilateur D, du type Sturtevant, aspire les poussières ainsi que les déchets et les refoule vers un cyclone C d'où l'air s'échappe par la partie supérieure, tandis que les déchets et la poussière se déposent dans la fosse F destinée à les recevoir. Après un essai prudent sur quelques cartes, on s'est décidé à généraliser le système et, à l'heure actuelle, toutes les cartes de « la Linière gantoise » sont ventilées par ce procédé.

Système de MM. Saint frères. — Pour empêcher les poussières de se répandre dans l'atmosphère de l'atelier, MM. Saint frères, filateurs de lin et de jute, à Flinecourt (Somme), ont résolu de les aspirer au point même de leur formation et de les envoyer au dehors (fig. 7).

Sauf à l'avant, la carte est enveloppée complètement sur ses côtés par les plaques de fonte qui sont prolongées jusqu'au sol. Une couverture en tôle, qui l'enveloppe supérieurement, ne descend pas à l'arrière jusqu'au sol ; elle laisse une ouverture libre par laquelle la carte communique avec un coffrage. Un ventilateur est placé sur ce coffrage dans lequel il aspire les poussières provenant du travail et les refoule dans un tuyau collecteur en tôle qui aboutit lui-même à une cheminée. Plusieurs cartes peuvent être desservies par la même cheminée. Le ventilateur a 0^m 50 de diamètre et fait 800 tours par minute. Il est actionné par la courroie de commande des déboueurs. Les résultats obtenus sont très satisfaisants.

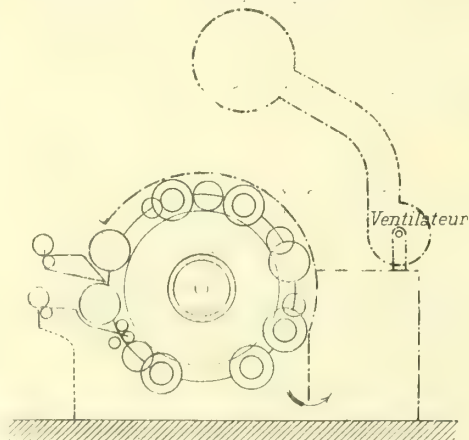


Fig. 7. — Ventilation des cartes à étoupe, système de MM. Saint frères.

Dispositif Blaise et Napias. — Dans le système décrit par MM. Blaise et Napias, chaque carte composée des cylindres déboueurs est enveloppée d'une chemise métallique descendant jusqu'au sol ; une ouverture à la partie postérieure de cette enveloppe fait communiquer par le bas la carte avec un tambour. Dans ce tambour ou chambre de collectionnement de poussières, arrivent toutes les poussières produites par les cylindres déboueurs. De là, elles sont aspirées par un ventilateur à ailettes et projetées dans un conduit collecteur, d'où elles peuvent être expulsées directement au dehors par une cheminée permettant de les brûler au besoin, ou conduites dans une chambre spéciale où elles sont noyées.

Système d'aspiration localisée des poussières et ventilation de la carderie de MM. Nicolle Verstraete et fils, à Cantelieu. — Cette installation (fig. 8) faite par M. Bontemps, à Cantelieu, près de Lille, est basée sur le principe de l'aspiration localisée des poussières au moyen de galeries

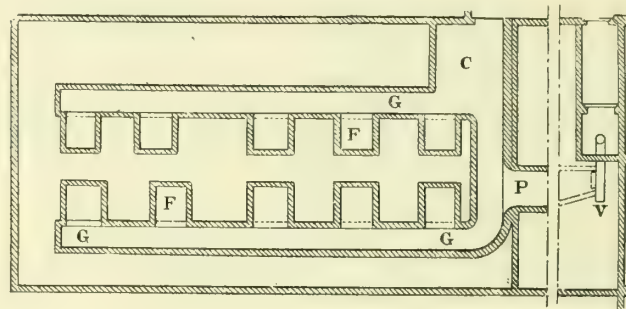


Fig. 8. — Aspiration localisée des poussières à la carderie de MM. Verstraete.

souterraines de grandes dimensions G dans lesquelles tombent directement les déchets ; la ventilation a lieu *per descensum* et avec une vitesse d'air extrêmement faible, ce qui permet d'obtenir pratiquement la même aspiration à toutes les machines. En même temps on obtient une séparation naturelle des poussières et des fibres : les premières, ne se déposant pas, sont entraînées jusqu'au ventilateur ; les secondes, au contraire, débarrassées de leurs impuretés, restent sur place et s'amassent dans les fosses F, creusées sous les machines ; à cet effet, l'enlèvement de ces déchets, qui ont une valeur d'autant plus grande qu'ils sont très propres, se fait par les conduites collectrices souterraines G dans lesquelles débouchent directement les fosses F.

Comme ces galeries collectrices sont éclairées par des dalles en verre et qu'un homme peut y circuler debout, l'enlèvement des déchets peut se faire en marche même avec une grande rapidité, mais on préfère profiter d'un des arrêts réglementaires de la carderie, tout en laissant le ventilateur en marche, de sorte que l'ouvrier poussant la matière devant lui vers le ventilateur n'est aucunement incommodé par la poussière. L'emballage ou ensachage des déchets se fait de la même façon dans une chambre C où aboutissent les galeries collectrices et d'où part le conduit collecteur principal P se rendant au ventilateur V ; cette chambre s'ouvre directement au dehors par une porte, qui est fermée pendant la marche des machines.

Les cartes, bien entendu, ont été aussi soigneusement fermées que leur bâti le permettait, de sorte qu'on parvient à créer dans leur enveloppe une dépression suffisante, sans qu'il soit nécessaire d'employer de grands débits d'air. Par cela même, il n'y a pas lieu de se préoccuper outre mesure du refroidissement amené par la ventilation d'autant plus que la présence des ouvriers réclame un renouvellement d'air constant ; le chauffage déjà installé dans ces ateliers est toujours assez puissant pour combattre le refroidissement causé par la ventilation, puisqu'en marche normale, sans ventilation, les fenêtres sont toujours ouvertes.

L'installation qui vient d'être décrite fonctionne depuis juin 1901 ; la marche industrielle a été obtenue dès le premier jour et la disparition des poussières dans l'air est pratiquement complète.

Évacuation des poussières sur machines à chanvre. — Cette installation a été faite chez MM. J. A. Kluge, d'Ober-Aldstadt (Autriche), par la Compagnie Sturtevant. Chaque carte est munie de six prises d'aspiration, destinées à enlever les poussières aux différents points où elles se produisent. Deux des branches communiquent avec le bâti des machines et les autres sont placées au-dessus de la table, devant les déboueurs et aux autres points.

Dans cette installation, on n'enlève que les poussières légères et les fibres courtes qui tombent des cylindres et s'accumulent dans la caisse située au-dessous de la carte, d'où il suffit de les retirer de temps en temps.

Les poussières sont expulsées au dehors par un ventilateur et noyées par projection. Dans d'autres installations, l'aspiration est réglée de façon à entraîner non seulement les poussières, mais aussi les fibres courtes. Le tout est envoyé dans un séparateur centrifuge, dit cyclone,

qui est réglée de telle façon que les poussières légères s'échappent à l'extérieur avec l'air, tandis que les fibres courtes sont recueillies à la partie inférieure.

Lorsque l'expulsion des poussières à l'extérieur présente des inconvénients, on adapte sur le cyclone un réservoir communiquant par un tuyau avec un séparateur spécial, dans lequel les poussières sont d'abord noyées par projection sur l'eau et ensuite absorbées par filtration à travers du coke humide.

Système V. Huglo. — Dans le système V. Huglo, chaque cardé est montée sur une fosse d'environ 50 centimètres de profondeur et la paroi de cette fosse située sous la cardé porte un œil-de-bœuf dans lequel est logé un ventilateur. Ce ventilateur, actionné par un arbre horizontal, est entouré d'une gaine dans toute sa longueur. La cardé est fermée à l'arrière et sur les côtés: le ventilateur en tournant crée

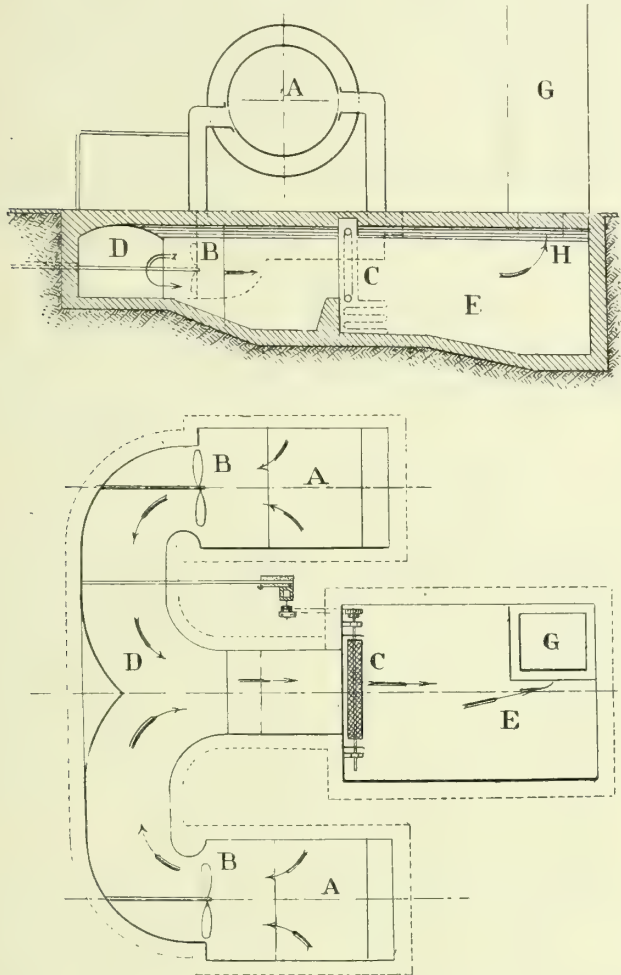


FIG. 9 et 10. — Élévation et plan du dispositif de ventilation par le système Huglo.

une faible dépression dans toute la machine, l'air afflue par l'espace entre des rouleaux, les interstices ou les évidements des bâtis, et dirige la poussière vers le ventilateur.

La caractéristique de ce système, c'est la très faible dépression sous les cardes qui réduit l'entraînement des fibres au strict minimum. Il en résulte une grande économie de matière et de force motrice dépensée; il faut à peine un demi-cheval par cardé.

Les figures 9 et 10 montrent le dispositif Huglo. A est le tambour de la cardé; l'air aspiré par les ventilateurs B est évacué par les canaux d'aspiration D. Le dépôt se fait dans la chambre E, au devant de laquelle se trouve un tamis sans fin C. L'air est expulsé au dehors par la cheminée d'évacuation GH.

Le système Huglo présente l'avantage de classer les déchets en même temps qu'il réalise l'aspiration des poussières. La paille reste sous la cardé, les fibres les plus lourdes tombent les premières, les fibres les plus délicates sont arrêtées sur le filtre sans fin C, constitué par une toile métallique animée d'un mouvement dont on peut à volonté régler la vitesse; enfin la poussière seule est évacuée au dehors. M. Glibert, inspecteur du travail en Belgique, déclare dans son « Étude sur les filatures de lin » que l'aspiration par l'appareil Huglo lui a paru presque parfaite pour ce qui concerne l'intérieur de la cardé; il pense que le peu de poussières qui existait encore dans l'air des ateliers, provenait de la table d'étalage qui échappe en partie à l'action aspiratrice du ventilateur.

Depuis, l'inventeur a apporté quelques perfectionnements à son système. Il emploie maintenant un seul ventilateur pour deux

cardes. Les filtres mobiles ont été remplacés par des filtres fixes dits à persiennes, qui sont plus simples. Autrefois, les fines poussières s'échappaient au dehors; aujourd'hui, elles sont mouillées et précipitées dans un aqueduc où elles disparaissent. Enfin, la manutention et l'enlèvement des déchets qui s'accompagnaient d'une production de poussières au moment du nettoyage des machines, ne se repaissent plus dans la carderie, ni même dans l'usine. Les poussières sont enlevées directement des caves sous cardes, par des aqueducs agencés spécialement pour ce service, et classées dans un magasin suivant leur qualité. Quand l'approvisionnement est suffisant, les déchets sont transportés directement au dehors sans avoir reparu dans l'usine.

On sait que les cardes sont des machines pouvant donner lieu à la combustion spontanée des matières textiles; pour éviter la destruction des déchets, M. Huglo a imaginé un dispositif qui écarte tout danger

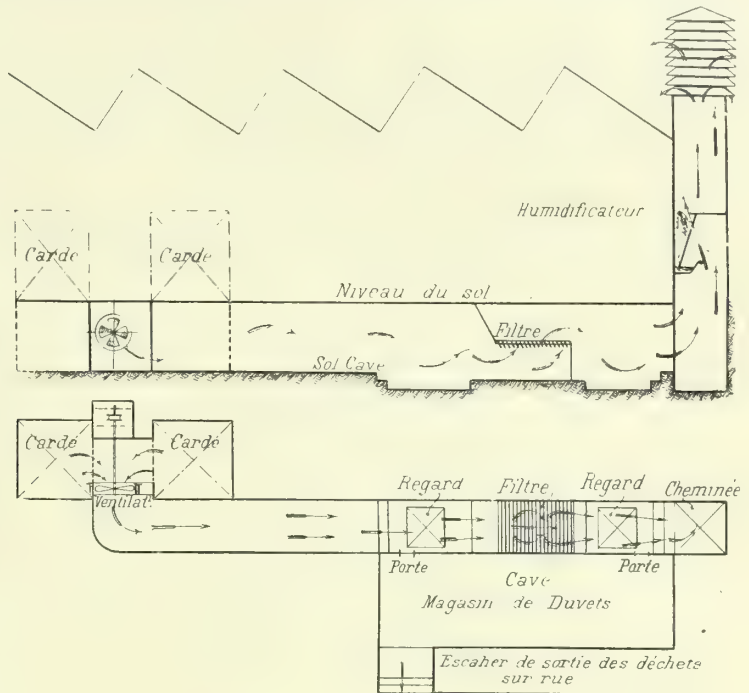


FIG. 11 et 12. — Élévation et plan de deux cardes à lin ventilées par le nouveau système Huglo.

d'incendie. Derrière la cardé, se trouve un robinet pouvant distribuer de l'eau sous pression. Quand l'ouvrier appuie le pied sur la clef de ce robinet, un jet d'eau est projeté instantanément sur le ventilateur en mouvement, l'eau est pulvérisée en un brouillard, ce qui empêche la propagation de l'incendie.

Les figures 11 et 12 représentent l'installation de la carderie de MM. P. Le Blan et fils, filateurs à Lille, où ces derniers perfectionnements ont été réalisés.

Tels sont les dispositifs qui permettent actuellement d'assainir le travail des cardes à étoupe. Ainsi que nous l'avons montré, certains d'entre eux assurent la récupération automatique et le classement des déchets, de telle sorte que l'amélioration des conditions hygiéniques peut se traduire par un bénéfice industriel capable d'amortir assez rapidement les frais d'installation.

Paul Razous,

Licencié en sciences Mathématiques et Physiques,
ancien Inspecteur du travail dans l'Industrie.

HYGIÈNE

CLARIFICATION ET STÉRILISATION DES EAUX par le système américain.

Le système de purification des eaux par filtration, dit *système américain*, et qui comporte l'emploi de *coagulants*, est très répandu depuis quelques années aux États-Unis, où il semble donner partout d'excellents résultats. Une des installations les plus importantes est celle que la ville de Saint-Louis a terminée récemment pour purifier et clarifier les eaux du Mississippi; la quantité d'eau traitée par jour varie, actuellement, de 270 000 à 540 000 mètres cubes. Ce système peut être utilisé pour purifier et clarifier à peu de frais les eaux de rivières, et permet de les employer pour les usages domestiques; son application commence à se répandre dans d'autres pays.

Dans les villes dont la population s'accroît assez rapidement, et qui

sont situées à proximité de cours d'eau ayant un grand débit, il est souvent préférable d'avoir recours à ce système plutôt que de toujours rechercher de nouvelles eaux de sources, dont le captage et l'adduction, quand elles sont éloignées, deviennent généralement d'un prix très élevé. D'ailleurs, l'eau obtenue par coagulation ne le cède aux eaux de sources qu'au point de vue de la fraîcheur; sa pureté chimique et bactériologique dépend de la surveillance des filtres, surveillance qui est même beaucoup plus facile que celle des bassins de captation. La fraîcheur, la seule qualité qui, en été, puisse lui manquer quelquefois, peut d'ailleurs lui être communiquée si l'on prend soin de disposer des réservoirs d'assez grande capacité et suffisamment enterrés.

Avec ce système, modifié convenablement, comme il vient de l'être tout dernièrement aux États-Unis, et tel qu'il sera exposé plus loin, on peut même obtenir une eau qui soit tout à fait potable et qui ne laisse absolument rien à désirer, quel que soit le sens attaché au mot potable par le public, les hygiénistes et les municipalités.

L'expression « eau potable » est en effet difficile à définir d'une façon précise, car aux prescriptions formulées par les hygiénistes, comme l'absence de microbes pathogènes par exemple, le public ajoute des conditions impérieuses qui compliquent le problème de l'épuration des eaux.

Parmi ces conditions, la limpidité et l'absence totale d'odeur peuvent être placées au premier rang; bien qu'elles ne soient pas toujours justifiées, elles s'expliquent par l'idée d'impureté qui s'associe, dans notre esprit quelquefois à tort, à celle de trouble et de mauvaise odeur.

La clarification était, jusqu'à ces dernières années, très difficile et même presque impossible à obtenir d'une façon complète dans certains cas, certaines eaux naturelles semblant rester indéfiniment troubles. La mauvaise odeur se rencontre moins fréquemment; on l'a surtout observée pendant l'été, notamment en Amérique où sa disparition semblait présenter des difficultés au moins aussi grandes que la clarification.

La clarification et la suppression des mauvaises odeurs ont cependant toutes deux été réalisées par des moyens très simples aux États-Unis où cette question de l'alimentation en eau potable préoccupe d'ailleurs un grand nombre de municipalités. Le *Génie Civil* a déjà exposé en détail les moyens par lesquels ces résultats ont été obtenus⁽¹⁾, aussi nous contenterons-nous de rappeler sommairement en quoi consistent ces deux procédés.

Clarification. — L'état de trouble paraît être dû à la présence de silice et d'argile colloïdales non précipitables spontanément. Ces substances, quoiqu'en suspension dans l'eau, ne peuvent être retenues directement sur aucun filtre, quelque fins que soient les pores; elles sont d'ailleurs invisibles au microscope.

L'expérience au laboratoire et la pratique des Américains montrent que pour précipiter ces colloïdes il suffit d'ajouter à l'eau de petites quantités de sels convenables, donnant lieu, par mélange ou autrement, à certains précipités gélatineux se formant lentement mais spontanément. Ce précipité, en se formant, fournit des particules qui restent longtemps en suspension dans le liquide et y ramassent tous les corps qui s'y trouvent et le troubleraient indéfiniment ou non, tels que colloïdes, corps organisés ou minéraux. Chaque particule du précipité initial semble agir comme un centre d'attraction, augmente de volume et de compacité, puis atteint d'assez grandes dimensions pour pouvoir être retenue sur des filtres même à pores assez larges comme les filtres à sable à gros éléments.

Les Américains ont d'abord employé l'alun, sulfate double d'alumine et de potasse, qui est décomposé lentement par l'eau en donnant de l'hydrate d'alumine gélatineuse. Puis ils ont eu recours au mélange de sulfate d'alumine et de chaux qui, par double décomposition, donne le même précipité, mais le donne plus rapidement que l'alun seul. Enfin, aux sels d'alumine, on paraît avoir substitué aujourd'hui le sulfate ferreux qui agit tout d'abord de la même façon qu'eux, en donnant un hydrate ferreux.

Dans tous les cas, on précipite ainsi non seulement la matière colloïdale, cause du trouble permanent, mais aussi la presque totalité des microbes présents qui se trouvent emprisonnés dans le coagulum et entraînés mécaniquement avec lui. A la clarification s'ajoute donc une véritable stérilisation au point de vue bactériologique; aussi n'y a-t-il pas lieu de s'étonner en voyant les Américains adopter le procédé uniquement pour obtenir ce deuxième effet, notamment dans le cas d'eaux n'ayant nullement besoin d'être clarifiées. A ce point de vue, le sulfate ferreux donne de meilleurs résultats que le sulfate d'alumine, ce qui explique la préférence qu'on lui donne maintenant. L'hydrate ferreux, produit d'abord par double décomposition, a tendance à s'oxyder et à se transformer en hydrate ferrique; il le fait aux dépens de l'oxygène dissous dans l'eau, ce qui a pour effet,

d'abord, d'augmenter la compacité du grain en cours de précipitation et de mieux le faire agir comme centre d'attraction, ensuite de priver les bactéries de l'oxygène libre qui est nécessaire à l'existence d'un grand nombre d'entre elles.

En pratique, on n'attend pas que les eaux ainsi traitées au moyen de coagulants se soient complètement clarifiées. On les laisse au repos pendant quelques heures dans des bassins de décantation de façon qu'elles y déposent la majeure partie de leur précipité. L'eau surnageant au-dessus du dépôt, encore légèrement trouble, est filtrée sur des filtres à sable à gros éléments et à filtration rapide, qui donnent de l'eau potable et claire quinze à vingt minutes après l'arrivée d'eau et qui, quelquefois, sont nettoyés tous les jours.

Désinfection. — La toxicité des sels de cuivre pour les organismes végétaux inférieurs est connue et utilisée depuis longtemps; son emploi dans le traitement des maladies cryptogamiques de la vigne et dans la conservation des bois est basé sur cette toxicité.

Rien de surprenant qu'on ait essayé de l'employer pour débarrasser certains réservoirs des algues qui s'y développent et y meurent, laissant après leur mort des tissus qui, par suite de leur décomposition putride, répandent une odeur insupportable qu'on a comparée souvent à celle du poisson ou du bois pourri. C'est également en Amérique que les premières expériences furent faites à l'aide du sulfate de cuivre ajouté en très petite quantité aux eaux des réservoirs, et c'est dans ce pays qu'on en fit les premières applications sur une grande échelle.

A la suite des excellents résultats obtenus sur les algues et de l'absence totale du cuivre⁽¹⁾ dans l'eau fournie au public deux ou trois jours après le traitement, on essaya l'effet du sulfate de cuivre sur les microbes pathogènes contenus dans ces mêmes eaux. L'effet obtenu fut moins bon; il fallait, en général, employer le sulfate de cuivre en plus grandes quantités que pour les algues et le faire agir plus longtemps. Quoique restant inoffensive, la méthode cessait d'être économique et semblait devoir être applicable uniquement à la désinfection des eaux et non à leur stérilisation.

Clarification et stérilisation combinées par l'emploi du sulfate ferreux cuivrique. — Des expériences de laboratoire ont montré qu'en ajoutant au sulfate de fer une très faible proportion de sulfate de cuivre et en combinant les deux procédés précédemment indiqués on obtenait à la fois la clarification et la stérilisation; cette dernière en particulier est beaucoup meilleure, ce qui rend le procédé intéressant même au seul point de vue de la stérilisation des eaux destinées à l'alimentation.

La récente construction des nouveaux bassins de filtration, devant fonctionner par le système américain, pour les eaux de la ville d'Anderson (États-Unis) a fourni l'occasion d'essais pratiques et a permis de comparer les valeurs respectives des sulfates d'alumine et de fer et du sulfate de fer contenant un peu de cuivre.

M. A. Brown qui a dirigé ces essais, en février dernier, a présenté à l'American Water-Works Association les résultats de ses observations et les conclusions qu'on en peut déduire; nous allons exposer, d'après l'*Engineering News*, du 25 mai, les parties principales de son mémoire.

L'eau de la distribution d'Anderson est prise dans la White River qui reçoit, à 40 kilom. en amont, l'eau des égouts de la ville de Muncie. A l'époque des essais, le fleuve étant gelé, les bacilles et bactéries arrivaient donc aux bassins sans avoir été soumis à l'action microbicide de l'air et de la lumière solaire qui, comme on le sait, jouent le rôle principal dans la purification naturelle des eaux courantes.

Aux bassins de décantation étaient adjoints six filtres à sable à grand débit et à gros grains. La surface de chacun d'eux était de 30 mètres carrés et la puissance de filtration de 4 500 mètres cubes par vingt-quatre heures.

Les expériences durèrent vingt jours: pendant dix jours, on employa le sulfate d'alumine seul; pendant les dix autres, le sulfate de fer seul ou mélangé de sulfate de cuivre. Dans tous les cas, bien entendu, on ajoutait l'eau de chaux nécessaire à la précipitation des oxydes métalliques. Plusieurs fois par jour, des échantillons d'eau étaient pris avant l'entrée dans le bassin de traitement et de décantation, à la sortie de ce bassin et à la sortie des filtres.

La quantité de sulfate d'alumine employée au début des essais, 14 grammes par mètre cube d'eau filtrée, fut reconnue insuffisante pour obtenir une stérilisation pratiquement efficace; on l'augmenta donc progressivement, mais on reconnut que pour une concentration de 42 grammes par mètre cube ou pour une concentration supérieure, l'effet restait le même. Quelle que soit donc la proportion employée au delà d'une certaine limite, les bactéries ne sont pas totalement éliminées; il est vrai que leur disparition totale est un résultat auquel pratiquement on ne saurait s'attendre; d'ailleurs avec 42 grammes par mètre cube, la précipitation des matières en suspension laisse à désirer et la clarification elle-même n'est pas complète.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 6, p. 95; n° 7, p. 142, n° 21, p. 349, et t. XLVII, n° 17, p. 283, pour la clarification des eaux; t. XLV, n° 45, p. 219 et n° 20, p. 332, pour la disparition des mauvaises odeurs dues à la présence des algues, par l'emploi du sulfate ferreux.

(1) Le cuivre semble se combiner avec la matière organique des algues et former avec elle un composé insoluble qui précipite et se rassemble au fond des réservoirs.

Le sulfate de fer, employé seul, donne une eau plus claire que le sulfate d'alumine, mais la disparition des bactéries reste incomplète et de même ordre qu'avec le sulfate d'alumine : c'est ainsi que 21 grammes de sulfate de fer par mètre cube d'eau traitée sont suffisants pour la clarification. Les résultats deviennent tout à coup meilleurs si le sulfate de fer contient un peu de cuivre : c'est ainsi qu'un sulfate de fer contenant 0,25 % de son poids de sulfate de cuivre ne détruit pas complètement les bactéries, mais donne déjà une bien meilleure stérilisation, et si l'on élève la teneur à 0,50 % dans le sulfate de fer on a, comme l'ont montré tous les essais, une eau exempte d'organismes.

Que le sulfate de fer soit seul ou mélangé de sulfate de cuivre, la quantité de chaux employée doit être suffisante d'abord pour décomposer le sulfate employé, puis pour saturer l'acide carbonique libre à l'état de carbonate de chaux et faire passer les bicarbonates dissous dans l'eau primitive, à l'état de carbonates neutres insolubles. Il faut remarquer, en passant, que le traitement à la chaux, employée seule, améliorerait déjà la qualité des eaux et diminuerait notamment leur dureté quand elles sont crues. A Londres, les eaux fournies au public ne subissent pas d'autre traitement et la population le trouve suffisant. Les Londoniens donnent même la préférence à cette eau sur toutes autres : ils lui trouvent des propriétés légèrement laxatives.

En comptant les produits employés aux prix suivants à la tonne : sulfate d'alumine 112 francs, sulfate de fer 48 francs, chaux 28 francs (1), ces deux traitements coûtent, pour 1 000 mètres cubes d'eau traitée, 3 fr. 50 par le sulfate d'alumine et 1 fr. 70 par le sulfate de fer renfermant 0,50 % de sulfate de cuivre.

Les conclusions de ces essais sont les suivantes :

- 1° Au point de vue de la clarification, le sulfate de fer est meilleur que le sulfate d'alumine ;
- 2° Au point de vue de la stérilisation, l'un de ces deux corps, employé seul, est insuffisant ;
- 3° Une très faible proportion de sulfate de cuivre, ajoutée au sulfate de fer, donne une eau claire et stérilisée.

Il n'y a pas lieu de craindre une action nuisible pour la santé du fait du cuivre qui peut rester dans l'eau filtrée. Il est certain que la plus grande partie du sulfate de cuivre réagit sur les matières organiques et forme des produits insolubles entraînés par le coagulum ; d'ailleurs, en admettant que la totalité du sulfate de cuivre passe dans l'eau filtrée, la proportion maximum qu'elle en contiendrait serait infime, $\frac{1}{40\,000\,000}$. Or, il est nettement démontré que les sels de cuivre ne sont nuisibles qu'à dose massive ; la dose minimum, de 16 milligrammes, que les physiologistes reconnaissent pouvoir être ingérée tous les jours sans trouble, correspond à une telle absorption d'eau quotidienne qu'on peut ne pas envisager les effets du cuivre. La désinfection par le sulfate de cuivre, employée aux États-Unis depuis plus d'un an, n'a d'ailleurs donné lieu à aucune réclamation.

Bien que les quantités de sels ajoutées soient extrêmement minimes et inoffensives, en admettant au pis aller qu'ils restent dans l'eau sous la forme où on les y a mis et bien qu'ils précipitent en totalité, il convient, paraît-il, aux États-Unis, comme ailleurs sans doute, de ne pas prévenir le public de la nature du traitement qu'on fait subir à l'eau pour l'améliorer, tant est grand le préjugé populaire à l'égard de l'introduction des substances chimiques dans tout ce qui sert à l'alimentation. En particulier, le cuivre a une mauvaise réputation et on lui attribue tous les méfaits du plomb. Aux États-Unis, plus de cent cinquante villes purifient leurs eaux depuis plusieurs années au moyen du procédé par coagulation au sulfate de fer ou d'alumine ; son introduction s'est faite à l'insu du public qui, jamais, ne s'en est aperçu et ne s'en est plaint.

D'après tout ce qui précède, il semble bien que le procédé au sulfate de fer contenant une faible proportion de cuivre soit, actuellement, le plus sûr, le plus économique et le plus expéditif des procédés pour obtenir à la fois une eau claire et stérilisée. Le service des eaux de la ville de Paris, qui recherche actuellement un moyen pratique d'utiliser pour l'alimentation l'eau des fleuves et qui, à cet effet, a ouvert un concours (2), va donc se trouver probablement amené à faire une étude approfondie du nouveau procédé américain.

Installation du système américain à Kolar Gold Field (Inde anglaise).

— Les explications qui viennent d'être données montrent que quels que soient les coagulants employés, le matériel et les phases du traitement sont sensiblement les mêmes ; aussi les diverses installations américaines fonctionnant d'après ce système ne diffèrent-elles que par des détails de peu d'importance.

C'est en raison de l'intérêt que présentent ces installations que nous croyons devoir décrire, d'après l'*Engineering Record*, celle de Kolar Gold Field. Bien qu'ayant été faite dans l'Inde anglaise, elle est un cas

typique des bons résultats que donne encore le système américain, même dans les conditions les plus défavorables, et elle est, en date, une des dernières grandes installations qui aient été créées.

La région minière qu'alimente le service des eaux de Kolar Gold Field est d'une assez faible étendue, 93 kilom. carrés, mais elle est l'une des régions aurifères les plus riches du monde entier ; elle produit annuellement 50 à 60 millions d'or, et occupe plus de 20 000 ouvriers. Cette région est située sur un plateau de 900 mètres d'altitude, dans la province de Mysore, à 96 kilom. de Bangalore ; elle est dépourvue d'eau potable et de combustible. Jusqu'à l'année dernière, la seule eau distribuée aux habitants et utilisée par les installations minières était extraite des puits de mines. La qualité de cette eau était très inférieure, et la quantité disponible était si restreinte qu'on était obligé de faire monter la garde près des fontaines pour empêcher les indigènes d'en prendre plus que la faible quantité qui leur était allouée.

Cet état de choses ne pouvait durer ; le développement des industries minières et l'accroissement de population qui en découle obligèrent le Gouvernement à mettre à l'étude l'alimentation de la région en eau potable. Il chargea M. V. Rungasamy Iyengar, Ingénieur du service des eaux de Bangalore, de lui présenter un projet complet, comprenant le captage, la purification et la distribution. A la suite d'une enquête sur les diverses installations, et notamment celles d'Amérique, cet Ingénieur proposa de purifier et de clarifier les eaux de la Palar River par le passage sur des filtres à sable après traitement par le sulfate d'alumine ; l'installation prévoyait un débit de 11 000 mètres cubes par jour.

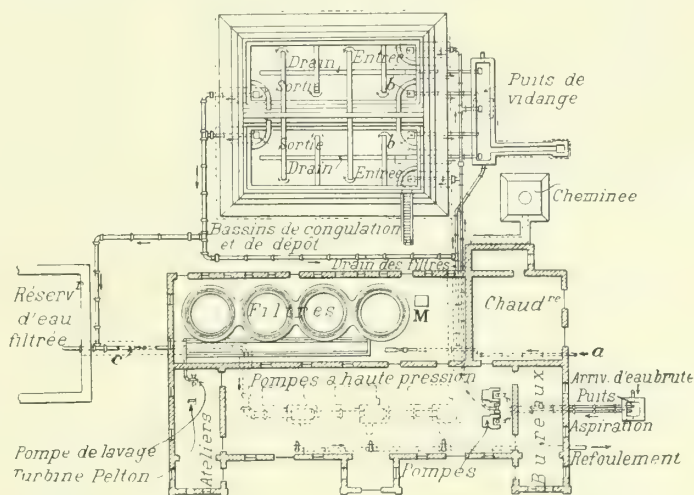


FIG. 1. — Plan d'ensemble de l'usine de filtration de Kolar Gold Field (Inde anglaise).

Conditions générales. — L'eau de la Palar River est peu minéralisée, et la quantité de sels de chaux qu'elle renferme en dissolution est assez faible ; l'addition d'un lait de chaux en proportions notables, en vue de précipiter ces sels, n'était donc pas nécessaire comme dans le cas des eaux du Mississippi, à Saint-Louis, où l'on emploie un mélange de sulfate ferreux et de chaux. De plus, elle contient peu de bactéries, et ne nécessite pas l'emploi de sulfate de cuivre, dont les propriétés microbicides sont si précieuses dans le traitement des eaux très polluées. D'ailleurs, en 1902, époque à laquelle fut adopté le projet, la supériorité du traitement par le sulfate ferreux contenant des traces de cuivre n'était pas encore nettement démontrée. Toutes ces raisons plaidèrent en faveur du procédé américain courant, au sulfate d'alumine, qui fut adopté par le Gouvernement après un examen approfondi.

Le matériel de l'usine de traitement et de filtration a été fourni par une maison américaine, la Jewel Export Filter Co, qui a, en outre, fait l'installation spéciale des appareils de filtration.

L'eau de la rivière est retenue dans deux réservoirs naturels par des barrages en terre argileuse, analogues à ceux qui sont d'un emploi si répandu aux Indes pour les irrigations. L'un de ces réservoirs, le plus important, est situé près de Betmangala, à 11 kilom. environ des exploitations minières ; sa surface est de 3 300 hectares et sa capacité, qui est de 8 millions de mètres cubes, est suffisante pour assurer le service pendant les années ordinaires. La seconde retenue, établie en amont, près de Holali, n'est utilisée que pendant les années d'extrême sécheresse. Il ne tombe que 43 centimètres d'eau par an dans la région de Bangalore.

L'eau de la retenue est pompée dans les bassins de coagulation et de dépôt. La topographie des terrains n'a pas permis d'installer l'usine de traitement en aval de la retenue, ce qui aurait permis, avec une différence de niveaux, d'envoyer l'eau directement dans les bassins de traitement, sans qu'on fût obligé de la pomper. Comme on le fait généralement en Amérique, en partie il est vrai à cause de la rigueur des hivers en certaines régions, l'usine de traitement et les filtres

(1) La quantité de sulfate de cuivre est trop minime pour entrer dans le prix de revient et un grand nombre de sulfates de fer du commerce contiennent déjà de petites quantités de sulfate de cuivre qui constituent en réalité une impureté, sans inconvénient d'ailleurs pour la plupart des usages auxquels le sulfate de fer est destiné.

(2) Voir le *Genie Civil*, t. XLVI, n° 24, p. 343.

sont placés à l'abri dans des bâtiments entièrement couverts et fermés (fig. 1).

L'eau séjourne environ quatre heures dans les bassins de dépôt, puis elle traverse les filtres à sable et arrive au réservoir d'eau filtrée, d'où les pompes à haute pression la refoulent dans la canalisation (fig. 4).

Deux pompes centrifuges à faible charge sont directement accouplées à deux machines à vapeur verticales à grande vitesse; chacune de ces pompes peut débiter 12 000 mètres cubes en vingt-quatre heures, l'une des deux est donc toujours en réserve. Les deux machines sont à échappement libre, la faible hauteur d'élévation exige peu de travail, la consommation de vapeur est faible, et on a sacrifié la faible économie qui résulterait de la condensation à la simplicité de l'installation. D'ailleurs, nous verrons dans la suite qu'on a prévu une modification complète de tous les moteurs.

Fonctionnement. — La solution de sulfate d'alumine est préparée dans deux récipients placés au niveau du sol de la salle des filtres, d'où elle est refoulée, par deux petites pompes en bronze du système Worthington, dans un récipient en charge sur les bassins de coagulation, établi sur un plancher légèrement surélevé (fig. 2 à 4). Une ro-

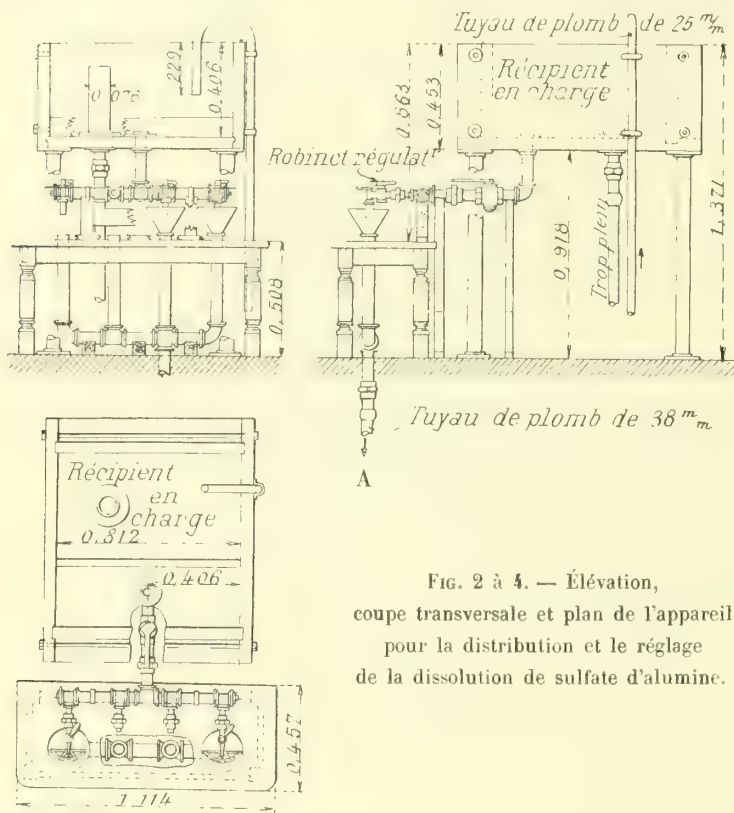


Fig. 2 à 4. — Élévation, coupe transversale et plan de l'appareil pour la distribution et le réglage de la dissolution de sulfate d'alumine.

netterie spéciale permet de proportionner le volume de la solution qui sort en A et qui est ajouté à celui de l'eau brute débitée par les pompes à basse pression.

Les deux bassins de coagulation et de dépôt sont construits en maçonnerie de granit, avec parements intérieurs en briques et ciment. L'eau brute arrive alternativement dans l'un d'eux, alors que les produits coagulés séjournent dans l'autre pendant quatre heures. Des murs en ciment formant chicanes sont distribués perpendiculairement au courant; ils assurent un mélange intime du coagulant et de l'eau à traiter. Une grande partie des produits en suspension est entraînée par l'alumine gélatineuse et se dépose dans ces bassins, dont le nettoyage est très facile, le dépôt s'écoulant à l'état de boue ainsi que les eaux de lavage par des drains ou quand on veut vider complètement les bassins par des vidanges spéciales *b* ménagées dans le radier (fig. 1).

L'eau ainsi traitée passe sur la matière filtrante, formée de sable lavé reposant sur une couche de graviers. Chacun des quatre filtres a une capacité de filtration de 2 800 mètres cubes par jour, et peut filtrer environ 500 000 mètres cubes sans être nettoyé.

Le diamètre des filtres est de 5^m 10, la hauteur de la couche filtrante, 4^m 10. La construction de ces filtres est analogue à celle des bassins de coagulation: maçonnerie de granit avec revêtement intérieur en briques et ciment (fig. 5 et 6).

Les figures 5 et 6 montrent le dispositif spécial adopté pour recueillir l'eau filtrée: il se compose d'un tuyau en fonte traversant les parois du réservoir sur le fond duquel il repose. L'une des extrémités A de ce tuyau est raccordée à la canalisation allant au bassin-réservoir d'eau filtrée, l'autre extrémité, diamétralement opposée, est obturée par un tampon démontable. Ce tuyau porte des tubulures également espacées, sur lesquelles sont ajustés des tuyaux de faible section, dont

la longueur est presque égale à la corde de cercle au point d'insertion. Ces tubes sont munis d'ajutages sur lesquels sont vissées de petites crépines en bronze. Tout ce système est noyé dans un enduit de ciment formant le radier du filtre. L'eau filtrée est ainsi recueillie par un réseau de crépines également réparties sur toute la surface du

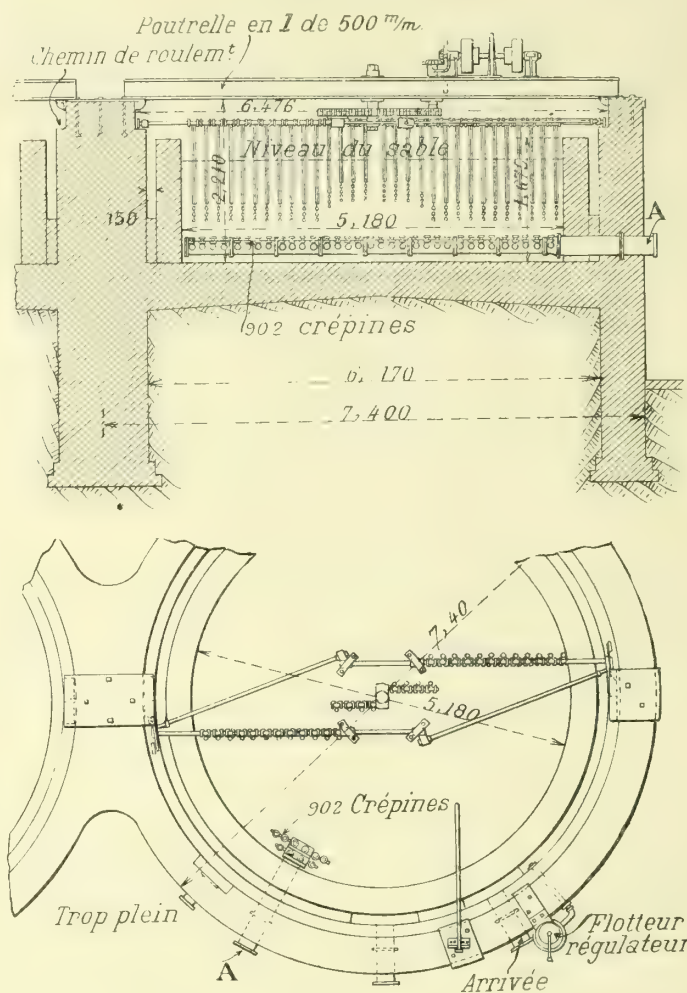


Fig. 5 et 6. — Coupe transversale et plan d'un filtre.

fond. Des flotteurs règlent automatiquement l'arrivée de l'eau dans les filtres.

Deux poutres en fer, reposant sur les parois du filtre, supportent la transmission à engrenages qui donne le mouvement aux agitateurs de lavage; les extrémités des branches de ces agitateurs portent des roulettes tournant sur un chemin de roulement spécialement aménagé dans la maçonnerie. Un arbre, dont les consoles sont fixées aux



Fig. 7. — Vue des filtres et de leur installation mécanique.

fermes du bâtiment (fig. 7), transmet aux agitateurs des quatre filtres le mouvement d'une machine à vapeur verticale spéciale M (fig. 1).

Le nettoyage de la matière filtrante se fait en renversant le sens du courant d'eau filtrée qui est refoulée, de bas en haut, par une pompe centrifuge pouvant débiter 9 000 litres à la minute, attelée sur une turbine Pelton (fig. 1). Cette turbine est branchée sur la canalisation de refoulement à haute pression; elle peut conduire l'arbre de transmission d'un petit atelier de réparations adjacent à la salle des machines quand elle n'est pas accouplée à la pompe de lavage. Un branchement *a* est prévu pour permettre d'effectuer ce lavage en envoyant

directement dans les filtres, de bas en haut, l'eau de la canalisation à haute pression, dans le cas d'avarie à la pompe de lavage ou à la turbine. Pendant le lavage, les agitateurs sont mis en mouvement, le brassage du sable qu'ils produisent assure un excellent nettoyage.

L'eau de lavage passe au-dessus de la paroi du filtre; elle se répand dans une rigole circulaire (fig. 5 et 6) ménagée dans la paroi, et passe ensuite à l'égout. Après chaque lavage, on a pris l'habitude d'envoyer à l'égout les premières eaux filtrées; elles entraînent une faible quantité de produits insolubles remis en suspension par les agitateurs. Tous les six mois on stérilise la matière filtrante, en répandant quelques kilogrammes de carbonate de soude dans le filtre, et en portant à l'ébullition pendant une demi-heure à une heure, au moyen de la vapeur des chaudières, qui débouche sous les graviers par les orifices des crépines.

L'eau filtrée est envoyée dans un réservoir d'où se fait l'aspiration des pompes de refoulement à haute pression par le conduit *c* (fig. 1).

Toute l'installation, excepté le réservoir d'eau filtrée et les bassins de coagulation, est abritée par des bâtiments en briques, avec toitures métalliques. Le combustible étant très cher dans toute cette région, on a adopté des moteurs à expansion multiple pour les pompes de refoulement à haute pression, dont la charge totale, pertes de charge en route comprises, est environ de 150 mètres. D'ailleurs, ces pompes ont été aménagées de façon qu'il soit possible, dans l'avenir, de remplacer les machines à vapeur par des moteurs électriques recevant le courant d'une station génératrice hydro-électrique installée en amont aux Cauvery Falls (1). Cette transformation, qui comportera la substitution complète des moteurs électriques aux machines à vapeur, permettra de réaliser une économie de combustible qu'on estime à plus de 21 000 francs par an. Actuellement, la vapeur est fournie par une batterie de générateurs Babcock et Wilcox, avec économiseurs Green, dont la puissance est de 225 chevaux.

Paul RAULIN,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

JURISPRUDENCE

L'ESSAI DES INVENTIONS

et leur communication aux Sociétés savantes.

La première condition d'une invention, pour être brevetable, est d'être nouvelle, et le défaut de nouveauté de l'invention est une cause de nullité du brevet qu'on aurait pris.

Il s'agit d'une nouveauté « légale », qui est définie par l'article 31 de la loi du 5 juillet 1844 sur les brevets d'invention, qui porte : « Ne sera pas réputée nouvelle toute découverte, invention ou application qui, en France ou à l'étranger, et antérieurement au dépôt de la demande, aura reçu une publicité suffisante pour pouvoir être exécutée ».

Par cette formule générale, la loi n'a ni déterminé les conditions dont l'existence et la réunion seraient nécessaires pour que la publicité soit acquise, ni édicté et prévu aucun mode spécial de publicité auquel la nullité serait limitativement attachée; il suffit, pour entraîner la nullité du brevet, que la publicité ait été suffisante pour permettre l'exécution de l'invention.

Ce sera donc une question d'appréciation de fait et de nuances souvent délicates qui se posera à chaque occasion.

Les inventeurs ne sauraient être trop prudents à cet égard. De simples essais, et même des communications aux Sociétés savantes, peuvent, à raison des circonstances, être considérées comme opérant la divulgation de l'invention, et comme rendant impossible la prise ultérieure du brevet, si cette divulgation a eu lieu antérieurement au dépôt régulier de la demande auprès de l'administration compétente. Sans doute, les décisions de la jurisprudence témoignent, en cette matière, d'une certaine tolérance.

Ainsi, il a été jugé que la communication faite à une Commission revêtue d'un caractère public, ayant reçu du Gouvernement une mission spéciale, n'a pas pour résultat de rendre publique l'invention qui en a été l'objet et de l'attribuer au domaine public (Cour de Rouen, 24 juin 1838).

Jugé aussi que le fait de communiquer à la Société d'Encouragement une invention brevetable, faire même des essais dans le local de cette Société ou chez plusieurs de ses membres, afin d'obtenir son patronage, ce n'est pas divulguer l'invention, ni lui faire perdre son caractère de nouveauté (Trib. civ. Seine, 6 octobre 1827).

Jugé d'autre part, en ce qui concerne spécialement les essais, qu'on ne saurait raisonnablement, ni légalement, considérer un inventeur comme faisant usage de sa découverte et la livrant au domaine public, lorsque cet usage se couvre de secret et n'a d'autre objet que de

reconnaître et constater avec quelques personnes les avantages ou les inconvénients de sa découverte; ce sont là des essais qui tiennent à la nécessité qu'impose toute espèce d'invention; les défendre sous peine de déchéance, ce serait réduire le plus souvent l'inventeur à l'impossible et condamner dès lors le génie à ne plus avancer dans la voie du progrès (Cour de Paris, 13 août 1840).

Ces diverses décisions supposent que la communication de l'invention, ou les essais qui en avaient été faits, présentaient un caractère confidentiel et privé, exclusif d'une publicité suffisante pour frapper le brevet de nullité.

Mais, si la communication a été faite en séance publique d'une Société savante, avant la prise du brevet, il y a divulgation de l'invention, alors surtout que l'idée de cette invention avait été antérieurement soumise à divers fabricants, quoique à titre d'expériences préliminaires.

C'est ce qui a été jugé, le 25 mai 1905, par le Tribunal correctionnel de la Seine (10^e ch.), dans les termes suivants :

Le Tribunal,

Attendu qu'il résulte de la déposition du docteur M... que ce dernier a fait à la séance publique, du 3 novembre 1893, de la Société de Biologie, une communication sur la seringue tout en verre, pour laquelle W... a pris un brevet le 6 novembre; que le témoin ajoute qu'il avait précédemment communiqué son idée à divers constructeurs après avoir procédé à diverses expériences préliminaires, et que ces expériences avaient démontré que cette idée était pratiquement réalisable;

Par ces motifs,

Faisant application de l'article 46 de la loi du 5 juillet 1844;

Déclare nul le brevet pris par W...;

Renvoie L... des fins de la plainte sans dépens;

Condamne W... aux dépens (1).

Il semble bien évident que, dans cette espèce, et indépendamment des diverses expériences qui avaient déjà eu lieu avec quelque imprudence, la communication elle-même de l'invention en constituait la divulgation, puisque cette communication avait été faite dans une séance publique, où chacun avait le droit d'entrer.

Louis RACHOU,
Docteur en droit,
Avocat à la Cour d'appel de Paris.

VARIÉTÉS

Causes de l'élévation de température dans les tunnels métropolitains.

Avant l'ouverture des lignes souterraines de métropolitains employant la traction électrique, on croyait que la température des tunnels serait en tout semblable à celle des caves : moins froide qu'à l'extérieur en hiver, moins chaude en été; l'analogie des deux cas semblait complète; or l'expérience a montré qu'il fait toujours plus chaud dans le tunnel qu'à l'extérieur, même en été.

Deux causes naturelles contribuent à déterminer la température du sol : la chaleur centrale, se propageant du centre à la périphérie, et la chaleur solaire, se propageant de la périphérie au centre. En raison de la faible conductibilité calorifique de la croûte terrestre, cette dernière se fait rarement sentir au delà d'une dizaine de mètres en profondeur, tout au moins dans nos régions où l'amplitude des variations atmosphériques extérieures est assez faible. Pour les différents points du globe, la distance peut être inférieure ou supérieure à 10 mètres; elle s'écarte cependant assez peu de cette valeur. A cette profondeur, l'influence solaire est nulle et la température, qui y est rigoureusement constante pendant toute l'année, est vraiment la température moyenne annuelle du lieu. Au-dessous de cette profondeur, et à cause de la chaleur centrale, la température croît environ de 1 degré centigrade, par 30-33 mètres, mais la température est constante pour une profondeur déterminée (2). La distance de 30-33 mètres, qui est le degré géothermique, varie aux différents points du globe avec la configuration extérieure du sol.

A une profondeur inférieure à 10 mètres, la température tend à rester constante, mais elle subit des variations de même sens que les variations atmosphériques, et d'autant plus rapprochées de celles-ci que la distance à la surface est plus faible, ce qui explique que bien que la température des caves peu profondes ne soit pas rigoureusement constante, elle soit cependant inférieure à celle de l'extérieur en été et supérieure en hiver.

Or, des observations récentes ont montré que, contrairement à ce qui a lieu pour les caves, la température du Métropolitain de Paris, en été, est de 3-4 degrés centigrades supérieure à celle de l'extérieur. Il en est de même dans le nouveau Subway de New-York, où

(1) Gazette du Palais, numéro du 13 juin 1905.

(2) Ainsi les caves de l'Observatoire de Paris, qui sont à une profondeur de 28 mètres, sont à une température rigoureusement constante de 10° 8 centigrades.

(1) Voir dans le *Genie Civil*, t. XLIII, n° 13, p. 193, la description de cette usine.

l'écart moyen, dans le même sens, est de 6 degrés Fahrenheit (3° 3 centigrades).

En faisant le bilan des gains et des pertes de chaleur dans le tunnel, on trouve la raison de cette prétendue anomalie. Bien que les mêmes causes naturelles citées plus haut s'exercent encore ici, le cas est, en effet, assez différent de celui des caves, car, outre ces causes, il y a des apports et des départs nouveaux de chaleur.

Il y a d'abord deux gains considérables qui résultent de l'exploitation même de la ligne; ce sont 1° la chaleur dégagée par la respiration des voyageurs; 2° celle qui résulte de la transformation en énergie calorifique de toutes les énergies mécaniques et électriques mises en jeu pour l'exploitation.

La deuxième de ces sources est de beaucoup la plus importante, on peut même négliger les effets de la première dans une évaluation approximative.

Toute l'énergie dépensée est fournie sous forme d'électricité. Une certaine partie, celle qui représente les pertes en route, dues à la résistance des conducteurs, se transforme intégralement et immédiatement en chaleur; l'autre partie est utilisée par les lampes et les moteurs des voitures. Celle qui porte à l'incandescence les filaments des lampes, apparaît également sans autre transformation, sous la forme de chaleur rayonnée. Quant à l'énergie mécanique développée par les moteurs des voitures, il est facile de voir que finalement elle se transforme aussi en chaleur.

En marche normale, il faut vaincre les diverses résistances passives dues au déplacement, et toutes se traduisent par des frottements; leur effet est de dégager une quantité de chaleur équivalente au travail de frottement. L'énergie mécanique se transforme bien, il est vrai, en énergie cinétique au moment des démarrages, mais celle-ci se retrouve encore sous forme de chaleur au moment où on freine pour arrêter: l'énergie cinétique est alors transformée et absorbée par les frottements des freins qui la dissipent finalement sous forme de chaleur.

Toute l'énergie électrique développée par les stations centrales des métropolitains se transforme donc intégralement en chaleur et contribue à l'élévation de la température des tunnels. Le calcul de la quantité de chaleur produite en vingt-quatre heures est facile à faire; il suffit de connaître le nombre de kilowatts enregistrés chaque jour par les compteurs des stations.

Tous ces faits pouvaient être prévus longtemps à l'avance; ils résultent directement de la connaissance la plus élémentaire du principe fondamental qui est à la base de l'enseignement scientifique et technique moderne: le principe de la conservation de l'énergie. Ils conduisent d'ailleurs à des calculs très simples; la considération de leurs résultats et quelques essais faciles sur la conductibilité calorifique du sol auraient amené peut-être à prendre pour l'installation des métropolitains des dispositions différentes de celles qui ont été adoptées et plus favorables en ce qui concerne le confort des voyageurs. On conçoit difficilement que personne ne se soit préoccupé de ces questions.

Les déperditions de chaleur ont deux causes principales: les pertes par les parois et celles qui sont dues à la ventilation naturelle. Les pertes par conductibilité sont relativement faibles: les matériaux des parois et plus encore, le sol même qui les enveloppe, étant mauvais conducteurs de la chaleur. Cette masse peu conductrice, qui entoure le tunnel, joue même le rôle de volant; à certains moments elle emmagasine de la chaleur qu'elle restitue lentement à d'autres; elle a pour effet de produire un retard des battements de la température du tunnel sur ceux de la température extérieure et de réduire l'importance de ces variations.

La ventilation a évidemment pour effet de tendre à substituer l'air extérieur à l'air du tunnel et à égaliser les températures au dedans et au dehors, atténuant les effets des causes naturelles. Il convient donc de savoir dans quelles mesures la ventilation peut abaisser la température du tunnel, et il est facile de voir que les gains de chaleur étant supérieurs aux pertes, la température ne peut être que supérieure à celle de l'extérieur. Il n'en a pas été ainsi au début de l'exploitation des lignes parce qu'il a fallu un certain temps pour qu'un régime de températures s'établisse; l'effet refroidissant du sol, qui était à ce moment, en été, au-dessous de la température extérieure était prépondérant. On a pu le vérifier, par exemple, à nouveau, sur la ligne plus récemment ouverte de Villiers au Père-Lachaise où l'excès minimum de 3 degrés cité plus haut n'était pas atteint au commencement de cet été.

Dans l'*Engineering News*, du 15 juin, le calcul du volume d'air extérieur qui devrait arriver journellement dans le Subway de New-York pour que l'écart de température ne dépassât pas 6 degrés Fahrenheit a été fait en estimant à 10 % les pertes de chaleur par conduction. On trouve que tout l'air du tunnel doit être remplacé environ deux cents fois en vingt-quatre heures. Les arrivées et sorties d'air qui se font d'ailleurs, comme à Paris, par les portes des stations et par les ouvertures des sections qui sont à ciel ouvert sont très suffisantes pour assurer un pareil renouvellement et les violents courants d'air qu'on y constate sont la preuve que la ventilation est extrêmement active.

Une telle ventilation, bien que nettement insuffisante au point de

vue de l'abaissement de la température, est très supérieure à celle que nécessite la viciation de l'air par la respiration.

On pensait que la ventilation qui se produit naturellement serait favorisée par la circulation des trains. Il n'en est rien. Cette circulation s'oppose à la ventilation: ou bien le train circule en sens inverse du courant d'air et la dépression qu'il produit est évidemment un obstacle au mouvement de l'air; ou bien, il circule dans le même sens et alors sa vitesse étant plus grande que celle du courant d'air, il se produit de violents remous qui créent une résistance au mouvement de la colonne d'air. Ces remous sont purement locaux et ne se font sentir qu'à quelques dizaines de mètres en arrière du train, comme il est facile de s'en assurer au moment où le train quitte la station et s'engage dans le tunnel.

Les conditions, à ce point de vue, seraient plus favorables si les deux voies étaient séparées par une cloison étanche, les trains agiraient comme de véritables pistons et l'importance des remous serait beaucoup diminuée. Dans les *tubes* de Londres, ces conditions sont réalisées, puisque les trains circulent dans des tunnels différents, simplement élargis aux stations et ne communiquant entre eux qu'à ces stations et encore par d'étroits passages. La très grande profondeur (20 à 30 mètres) à laquelle on a établi les voies souterraines, le système de descente et de montée par ascenseurs qui en résulte, font que l'air des tunnels est pratiquement isolé de l'air extérieur et qu'aucune ventilation naturelle ne s'établit. On a donc eu recours à une ventilation artificielle, qui se fait surtout pendant la nuit au moment où cesse le trafic, et qui n'a pas besoin d'être considérable car en été, vu la grande profondeur de la ligne, le sol est à une température notablement inférieure à celle de l'extérieur et il agit naturellement comme cause refroidissante énergique.

Il y a une cause refroidissante analogue pour les métropolitains de Paris et de New-York, mais elle est négligeable car ils sont très rapprochés de la chaussée et la température normale du sol, en été, est peu inférieure à la température extérieure.

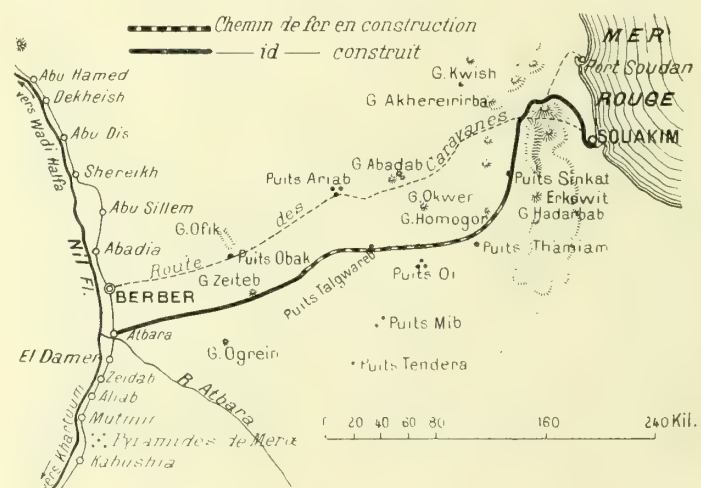
La ventilation naturelle étant donc reconnue insuffisante en été, si on veut rendre l'atmosphère des métropolitains supportable pendant les chaudes journées, il faut nécessairement y installer une ventilation forcée. La question est à l'étude actuellement pour le Subway de New-York, où l'on se propose d'activer la ventilation par de puissants ventilateurs électriques. Il est à remarquer d'ailleurs que, viendrait-on à débiter un volume d'air infini, la température ne pourra jamais descendre au-dessous de celle de l'extérieur; cela résulte évidemment des explications qui précèdent.

E. L.

Chemin de fer du Nil à la mer Rouge.

La construction du chemin de fer du Nil à la mer Rouge, projeté dans le but de réduire les prix de transport des marchandises à destination du Soudan égyptien, a été commencée en août 1904.

Bien qu'on le désigne généralement sous le nom de chemin de fer de Berber à Souakim, du nom des localités que relie la route des



Carte du chemin de fer de Berber à Souakim.

caravanes, cette ligne ne part pas de Berber, mais du confluent de l'Atbara, soit à 32 kilom. au sud de Berber, et son principal terminus sur la mer Rouge ne sera pas Souakim, mais Port-Soudan. Ce port est meilleur que celui de Souakim; mais comme il n'était pas suffisamment aménagé au moment où on a commencé la construction, la ligne partant de Souakim a été faite provisoirement; plus tard, un embranchement la reliera à Port-Soudan.

Le tracé a été déterminé en considérant le développement probable du trafic, les pentes et surtout les ressources en eau, car l'approvisionnement en eau est et sera une des difficultés de la construction

et de l'exploitation; l'eau provient en grande partie de Souakim et est obtenue par la distillation de l'eau de mer (1).

Le tracé de la ligne est représenté sur la carte ci-jointe, empruntée à l'*Engineer*, du 21 juillet. La longueur totale de la ligne entre Athara et Port-Soudan sera de 500 kilom. Le point le plus élevé se trouve auprès de Sinkat au kilomètre 142, à partir de Port-Soudan; son altitude est de 920 mètres. La ligne est à une seule voie de 1^m 06. Les pentes maxima, entre Port-Soudan et Sinkat, seront de 1 % et pour le reste de la ligne 1/125; les courbes minima ont 290 mètres de rayon. La plupart des terrassements et des travaux d'art se trouvent entre Port-Soudan et Sinkat. Les ponts comportent un ensemble de 42 travées de 33 mètres de portée et 39 de 16^m 50; il y a, en outre, 95 ponceaux à tablier métallique de 4^m 50 et 160 de 1^m 50.

Les traverses sont en bois de Jarrah, jusqu'à 80 kilom. de Port-Soudan et au delà elles sont en acier.

La main-d'œuvre pour la pose de la voie est principalement soudanaise, beaucoup d'ouvriers ayant déjà été employés à la construction des chemins de fer du Soudan depuis 1896. Pour les terrassements, on emploie surtout les Arabes venant de la région comprise entre Assouan et Khartoum; les Arabes nomades de Souakim ont été employés aussi, mais ils travaillent mal. La ligne a été commencée simultanément à ses deux extrémités, mais le manque d'eau et le coût du transport à Athara ont conduit à pousser les travaux plutôt du côté de Souakim; 272 kilom. étaient déjà posés le 1^{er} juin dernier. Actuellement la ligne avance d'environ 1350 mètres par jour, la pose de la voie ne sera cependant guère terminée avant mars 1906.

Le matériel roulant comprend : 12 locomotives lourdes pour la traction entre Port-Soudan et Sinkat, 50 locomotives légères pour le reste de la ligne, 3 machines de manœuvres, 90 wagons couverts de 25 tonnes, 68 wagons en acier de 25 tonnes, 18 fourgons, 12 wagons à bestiaux, 6 voitures-salon, 6 voitures d'inspection; tous ces wagons et toutes ces voitures seront à deux bogies. Il y aura, en outre, 12 wagons de 5 tonnes à quatre roues, 6 wagons à bestiaux à quatre roues, 2 grues à vapeur de 10 tonnes et une grue de 15 tonnes.

Les pertes causées dans les réservoirs d'eau par l'évaporation.

Des expériences se poursuivent depuis dix-huit mois en Californie pour déterminer quelles sont les pertes d'eau que produit l'évaporation dans les réservoirs et sur le sol, ainsi que les causes qui influent sur ces pertes.

Les données sur ce sujet, quoique très importantes à connaître pour les questions d'irrigation, sont encore fort peu nombreuses.

Pour ces expériences, des réservoirs métalliques remplis d'eau ont été installés dans cinq stations, représentant les conditions climatiques ordinaires des régions irriguées de la Californie.

A Caléxico, l'évaporation hebdomadaire en janvier n'a jamais été inférieure à 22 millimètres; en juin et juillet, elle a atteint 85 millimètres. A Pomona, l'évaporation hebdomadaire minimum se produisit en février; elle n'atteint pas 13 millimètres; en juillet, elle atteint 76 millimètres. A Tulare, au milieu de l'été, le maximum s'éleva à 82 millimètres. En plein hiver, pendant les froids ou les brouillards, l'évaporation est insensible.

A Berkeley, depuis l'établissement de la station, la plus grande perte s'est produite entre le 10 et le 17 septembre 1904; elle fut de 32 millimètres. La perte hebdomadaire, en novembre, fut en moyenne de 10 millimètres.

Une expérience fut entreprise l'été dernier à Berkeley pour déterminer l'influence de la température sur le chiffre de l'évaporation.

A cet effet, on employa six réservoirs dont deux furent refroidis à l'aide de glace empilée avec de la sciure de bois autour du réservoir; deux autres réservoirs furent chauffés à l'aide de lampes continuellement allumées au-dessous d'eux.

Les résultats de cette expérience, publiés dans l'*Engineering Record*, et consignés dans le tableau suivant confirment ceux enregistrés dans les différentes stations de l'État de Californie, à savoir que l'évaporation croît rapidement avec la température :

Températures de l'eau (degrés centigrades)	13°	17°	21°	27°	32°
Évaporation hebdomadaire en millimètres	10,6	19,5	39,1	73,0	99,4

Des expériences analogues ont été également entreprises l'an dernier en vue de déterminer la quantité d'eau évaporée par les terres cultivées.

Cette question est plus complexe que la précédente, car il faut tenir

compte non seulement de la température et de l'état de l'atmosphère mais aussi de l'état d'humidité et de la nature du sol.

D'une façon générale, d'après ces expériences, la perte du 1^{er} juin au 1^{er} octobre sur un sol nu irrigué, dans la Californie du Sud, a été de 25 à 50 millimètres par mois.

Des terres caractéristiques de différentes localités ont été placées dans des réservoirs et chacune d'elles a été irriguée suivant les trois méthodes ordinaires : 1^o à surface submergée; 2^o l'eau étant apportée par des canaux de 76 millimètres de profondeur; 3^o l'eau étant apportée par des canaux de 305 millimètres de profondeur. Les résultats obtenus montrent que la première de ces trois méthodes occasionne une perte d'eau plus considérable que les deux autres. Les quantités d'eau moyennes évaporées durant septembre et octobre furent respectivement avec ces trois méthodes : 453 mètres cubes, 395 mètres cubes et 340 mètres cubes par hectare.

Aiguillage automatique système Turner.

Les figures 1 à 3, empruntées à l'*Engineering*, du 28 juillet, représentent un mécanisme destiné à exécuter la manœuvre d'une aiguille sur une ligne de tramways à trolley, par le simple jeu du contrôleur de la voiture.

Les leviers de l'aiguille sont actionnés par un fort électro-aimant B₁ enfermé dans une borne B disposée sur le côté de la chaussée (fig. 1).

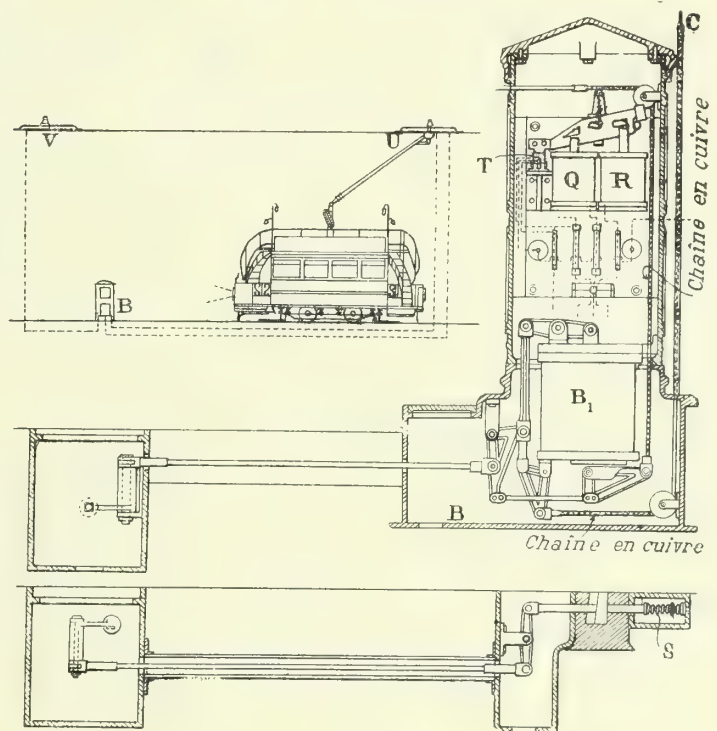


Fig. 1, 2 et 3. — Vue d'ensemble, coupes verticale et horizontale de la borne d'aiguillage.

Deux prises de courant d'aiguillage, U et V, sont disposées le long du fil du trolley, mais isolées de ce fil, l'une pour l'ouverture de l'aiguille à 12 mètres environ en avant de celle-ci, l'autre pour sa fermeture, un peu en arrière de l'aiguille (fig. 1). Ces prises de courant sont reliées directement aux canalisations électriques, et respectivement reliées par des fils aux électro-aimants Q et R, qui forment relais de l'électro-aimant B₁ pour fermer ou ouvrir son circuit (fig. 2).

Lorsque la voiture passe aux prises de courant d'aiguillage, en U par exemple, la poulie du trolley quitte le contact du fil, et prend contact avec la prise de courant, ce qui détermine une circulation de courant dans le circuit Q si le contrôleur ferme le circuit du moteur.

Si le wattman veut passer sans ouvrir l'aiguille, il ouvre le circuit du moteur au passage de la prise de courant, le courant ne passe plus en Q, le circuit de B₁ reste ouvert, et l'aiguille reste fermée sous l'influence du ressort S (fig. 3). Lorsque l'électro-aimant B₁ ouvre l'aiguille, il arme ce ressort. Le wattman peut, de la même façon, fermer l'aiguille, ou la laisser ouverte lorsqu'il passe en V, en lançant ou en ne lançant pas le courant en R.

Dans le cas où l'appareil ne fonctionnerait pas, l'aiguillage peut se faire à la main en C en tirant sur les chaînes en cuivre, ou au moyen d'un anneau.

(4) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 4, p. 9.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 28 août 1905.

Astronomie physique. — Spectres ultra-violet de la couche renversante pendant l'éclipse totale du 28 mai 1900. Note de M. H. DESLANDRES.

La couche renversante est la couche de vapeurs qui repose directement sur la surface même du soleil et donne naissance à la plupart des raies noires solaires. Au bord solaire extérieur elle est observable seulement pendant les éclipses totales, et dans les deux secondes qui suivent le deuxième contact et précèdent le troisième. Young a, le premier, en 1871, reconnu cette couche par son spectre qui est très riche en raies brillantes et est aussi caractérisé par la brièveté de son apparition; même cette brièveté, qui rend l'observation difficile, lui a fait donner le nom de *spectre éclair*.

Or, depuis 1893, Lockyer et ses élèves ont eu l'idée de remplacer l'œil par la plaque photographique, de beaucoup supérieure, puisqu'elle peut enregistrer simultanément les raies très nombreuses du spectre éclair. Ils ont révélé une anomalie curieuse: si, d'une manière générale, les raies brillantes de la couche renversante correspondent à des raies noires du spectre normal, il y a des différences. Les raies noires de chaque vapeur sont les raies de l'arc électrique; mais les raies du spectre éclair sont les raies de l'étincelle, et même celles que Lockyer a appelées *raies renforcées*.

Les observations précédentes ont porté sur la partie du spectre total qui est photographiable avec les spectrographes ordinaires en flint, et qui s'étend de λ 6 000 à λ 3 650. Elles ont été complétées par d'autres observateurs qui ont reconnu la couche renversante aux pôles solaires, et ont prolongé le spectre ultra-violet jusqu'à la longueur d'onde 3 350.

Pendant l'éclipse de 1900, l'auteur a cherché à prolonger le spectre ultra-violet jusqu'à sa limite extrême, voisine de 3 000 et à obtenir des épreuves du spectre éclair plus nombreuses et plus rapprochées que dans les éclipses précédentes. Ce sont les résultats obtenus en 1900 et décrits d'une façon très détaillée que donne M. Deslandres dans cette note.

Toutes les raies du titane et du vanadium un peu intenses dans l'étincelle se retrouvent dans le spectre éclair avec les mêmes intensités relatives; de même les raies fortes du chrome, de l'ytterbium et du scandium. Les différences avec les raies noires du spectre normal sont aussi celles qui ont été signalées précédemment pour d'autres régions du spectre. Il y a là une anomalie fort curieuse, qui serait liée, d'après l'auteur, au phénomène de l'électricité atmosphérique solaire, comparable à l'électricité atmosphérique terrestre, et qui serait plus intense dans les parties élevées des vapeurs; de plus, le pouvoir absorbant des vapeurs doit varier, par rapport à leur pouvoir émissif, avec le mode d'excitation électrique.

Photographie. — Recherches sur l'irradiation. Note de M. Adrien GUÉBARD.

L'auteur s'est demandé si l'aspect de mutuelle répulsion qu'on peut constater à la rencontre des champs d'irradiation ne serait point dû soit à une intervention d'électricité, soit à une interférence de propagation longitudinale de mouvements, de l'espèce des gravitations intra-atomiques; il a fait des expériences qu'il expose en détail et desquelles il résulte que l'irradiation semble constituer une propriété de la matière aussi générale que la sensibilité photographique elle-même et que son corollaire, l'inversion.

Physique. — Sur une méthode propre à l'étude d'un phénomène lumineux d'intensité variable avec le temps. — Application à la détermination de la vitesse instantanée d'un miroir tournant et à l'étude de l'étincelle de Hertz. Note de M. A. TURPAIN, présentée par M. Mascart.

L'auteur décrit un dispositif qui serait assez analogue à celui imaginé par Foucault pour la mesure de la vitesse de la lumière, mais inversé. Il comporte un miroir fixe, un miroir tournant et une plaque photographique, et permet, connaissant la vitesse de la lumière et mesurant certaines longueurs, dont une micrométrique sur le cliché, de déterminer la vitesse du miroir tournant à un moment quelconque.

La méthode a été appliquée à l'étude de l'étincelle hertzienne de l'excitateur et à celle du résonateur.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

Effet du traitement sur la durée des traverses de chemin de fer. — *L'Engineering News*, du 6 juillet, publie des statistiques concernant l'emploi des traverses injectées et spécialement celles qui ont été faites à la Compagnie des Chemins de fer Atchison, Topeka et Santa-Fé.

Un diagramme relatif à cette Compagnie indique pour les traverses traitées, posées entre 1894 et 1900, le pourcentage de traverses remplacées de 1897 à 1904.

On constate sur ce diagramme qu'à la fin de 1904 28 % des traverses posées en 1894 ont été changées après dix ans de service, 21 % de celles posées en 1895 après neuf ans, 15 % de celles posées en 1896 après huit ans.

L'auteur indique, en terminant, les précautions à prendre pour l'emmagasinage et l'empilage de ces traverses.

CONSTRUCTION DES MACHINES

L'organisation des usines Baldwin, à Philadelphie. — Les plus importants ateliers de construction de locomotives américains, avec ceux de l'*American Locomotive Co.*, les ateliers Baldwin, qui occupent environ 15 500 ouvriers et employés, et peuvent livrer cinquante locomotives par semaine, présentent une organisation technique remarquable, dont M. NUSCHELER résume, dans les *Annalen für Gewerbe*, du 15 août, les traits principaux, d'après une conférence de M. Wilmer Henszey, à l'Institut Franklin, de Philadelphie.

L'établissement est divisé en vingt sections, entièrement spécialisées dans un travail déterminé. Chaque chef d'équipe joue le rôle de tacheron, engage et paie ses ouvriers, et revend en quelque sorte à l'administration les pièces fabriquées par son équipe; ce système, qui prête en lui-même à des abus évidents, semble donner ici de bons résultats, chacun sachant défendre ses intérêts sans aboutir au conflit.

L'apprentissage est, depuis quelques années, l'objet de soins particuliers; les candidats, âgés de dix-sept ans au moins, et sortant d'une école primaire, s'engagent pour quatre ans. Ils passent un trimestre dans chaque atelier, et s'initient à tous les travaux; ils suivent en même temps des cours professionnels institués pour eux, et touchent un salaire qui croît progressivement. Les candidats qui sortent des écoles techniques travaillent deux ans seulement, et sont payés un peu plus. Le nombre de ces apprentis est de 400 à 500.

Chaque année, les chefs d'ateliers sont envoyés en voyages d'études, pour examiner les progrès à introduire dans le travail, les nouvelles machines-outils et autres qu'il serait utile d'acquies, les sortes de métal à employer, etc. L'outillage moderne, les aciers à coupe rapide ont permis, dans ces dernières années, de faire des économies de main-d'œuvre considérables. Aussi, l'usine peut-elle, malgré les frais de transport et de douane, livrer en Russie, en Suède, même en Angleterre, à meilleur marché, et surtout à bien plus bref délai, que l'industrie nationale.

Les usines Baldwin ont un important laboratoire d'essais, où tous les matériaux sont vérifiés et les nouveaux types d'organes de locomotives soumis à des recherches.

L'énergie est fournie par quatre stations centrales, réparties dans l'ensemble des ateliers, et dont la direction est confiée à un chef de service spécial. Leur puissance dépasse 10 000 chevaux.

L'article de M. Nuscheler contient encore quelques détails sur le mode de paiement des ouvriers, et sur diverses autres questions secondaires d'administration de l'établissement.

ÉLECTRICITÉ

L'usine électrique de Linthal (Suisse). — La *Schweiz. Bauzeit.*, du 26 août, décrit sommairement une usine hydro-électrique située sur le Fätsbach, affluent du Linth, et dont le réseau dessert les communes de Linthal-Stachelberg, Rüti et Diesbach-Betschwanden.

La chute moyenne utilisée est de 248 mètres; le débit minimum 300 litres par seconde. A partir de la prise d'eau, munie des accessoires indispensables, déversoir, chambre de prise, brise-glaces, etc., une conduite en fonte de 0^m 50 se dirige vers l'usine, avec une faible pente sur les 400 premiers mètres, au bout desquels se trouvent un tube d'équilibre hydrostatique et un déversoir; puis, comme conduite forcée à forte pente, sur 560 mètres; sur cette section, la conduite est formée par deux tubes parallèles de 0^m 35 et 0^m 40.

L'usine comprend actuellement trois unités triphasées, l'une de 500 kilowatts et les autres de 150 kilowatts; le courant est à 5 400 volts, 50 périodes. Le premier alternateur est affecté au réseau de distribution d'énergie, mais il peut aussi être couplé sur les barres principales du tableau.

Les deux lignes, composées de trois fils de 5 ou 6^{mm} 5, vont à des sous-stations et se bifurquent dans diverses directions. La tension du courant est abaissée à 260 volts. Quant aux moteurs, plusieurs fonctionnent directement sous la haute tension; il y en a notamment un de 150 kilowatts, installé dans une filature. Le réseau s'étend progressivement et desservira, en 1906, le funiculaire de Linthal-Braunwald.

Méthode de régulation basée sur les coefficients de variation de résistance. — On sait que les lampes au tantale ont un coefficient de variation de résistance positif, alors que celles au carbone, au contraire, ont un coefficient négatif.

MM. KENNELLY et WHITING proposent de mettre à profit cette différence pour commander les régulateurs automatiques de tension; ils décrivent dans l'*Electrical World*, du 1^{er} juillet, les dispositifs qu'ils ont imaginés à cet effet.

Un pont de Wheatstone ayant deux de ses branches formées de résistances invariables, l'une des autres branches est constituée par une série de lampes à incandescence ordinaires, et la quatrième par une série de lampes au tantale. A la place ordinaire du galvanomètre se trouve monté un relais polarisé. Le système étant équilibré pour une certaine tension, on conçoit que toute variation provoquera des variations inverses dans les résistances des deux groupes de lampes, d'où passage de courant dans le relais, qui, à l'aide de contacts, peut commander l'appareil de régulation.

Un deuxième dispositif est formé, plus simplement, d'un relais différentiel dans chacune des branches duquel est intercalé un des groupes de lampes. Les auteurs établissent la théorie de cet appareil et montrent qu'une variation de 0,5 % dans la tension provoque une variation de courant dans le relais, qui est précisément de l'ordre de la sensibilité de celui-ci.

Propriétés magnétiques d'alliages sans fer. — L'exhibition, en 1904, d'un alliage magnétique composé exclusivement d'aluminium, de cuivre et de manganèse, préparé par Heusler, ayant attiré l'attention, MM. FLEMING et HADFIELD se sont proposés de mesurer quantitativement les constantes d'alliages de ce genre. Ils ont présenté, le 8 juin, le résultat de leurs travaux à la Société royale de Londres, et l'*Electrical Review* (New-York), du 29 juillet, reproduit leur mémoire.

L'un des alliages essayés contenait 22,4 de manganèse, 60,5 de cuivre, 11,6 d'aluminium, et quelques impuretés. Le fer ne s'y trouvait qu'à l'état de traces. Ses propriétés ont été celles d'une matière faiblement ferromagnétique. Les auteurs publient des tableaux de l'induction en fonction des forces magnétisantes.

La courbe d'aimantation a la même forme générale que celle de la fonte, par exemple, et indique qu'avec une force magnétisante suffisante, on atteindrait un point de saturation.

L'alliage manifeste une certaine hystérésis. Il est susceptible d'une aimantation permanente.

La perméabilité maximum atteint 28 à 30, c'est-à-dire le même ordre de grandeur que celle du cobalt ou des fontes inférieures.

HYDRAULIQUE

Formules à adopter pour la mesure du débit d'un canal. — M. Alberto BORDINI expose, dans le *Giornale del Genio Civile*, du mois d'avril, les expériences qu'il a faites sur les divers tronçons des canaux d'amenée et de fuite de l'installation hydro-électrique de Nuova-Molina, province de Padoue. Il décrit d'abord sommairement cette installation et

donne les profils cotés des différentes sections des canaux.

Son but est de vérifier quelles sont les formules, déjà établies, qui s'adaptent le mieux aux diverses conditions rencontrées dans cette installation. Dans une étude hydraulique, le choix des formules à adopter est toujours assez difficile. Chaque cas particulier, caractérisé par le débit, la pente et la nature des parois latérales et du fond, demanderait une formule spéciale; mais il est possible de choisir, parmi les formules établies, celle qui correspond le mieux au cas considéré.

L'auteur a divisé en quatre groupes les sections étudiées, qui diffèrent par leur forme et par la nature du fond et des parois latérales. Il a mesuré directement les vitesses et les débits correspondant à chaque groupe et a comparé les nombres obtenus à ceux qui sont donnés par la formule de Bazin, celle de Ganguillet et Kutter, celle de Gaukler et par la formule dite italienne. Ces comparaisons lui ont permis de préciser dans quelles conditions chacune de ces formules doit être employée de préférence aux autres.

L'instrument adopté, pour mesurer les vitesses, est le nouveau moulinet de Woltmann à signal électrique, qui est d'une construction très simple et dont l'emploi ne nécessite qu'un opérateur. L'auteur indique les constantes à employer et signale les précautions qu'il faut prendre lorsqu'on procède aux mesures. Ayant obtenu directement la valeur de la vitesse à diverses hauteurs correspondant aux différents points d'une même section, il montre comment se fait l'intégration qui donne la vitesse moyenne aux différents points d'une même verticale et, par un procédé analogue, celle qui permet de déterminer la vitesse moyenne d'une section quelconque. La valeur des débits, connaissant les vitesses moyennes, est alors très simple à calculer.

L'auteur termine par l'étude des causes qui diminuent la vitesse: résistance de l'air et frottement du liquide sur les parois latérales et sur le fond; il établit ensuite pour chaque section étudiée les courbes d'égale vitesse et la courbe de vitesse maximum.

Pertes de charge dues aux coudes dans les conduites d'eau. — Dans un mémoire publié par l'*Institution of Civil Engineers* (Comptes rendus de 1904-1905), M. C. ALEXANDER donne la description des recherches expérimentales qu'il a exécutées à l'Université de Birmingham au sujet de la nature et de la grandeur de la résistance produite par les coudes à la circulation de l'eau dans les conduites fermées.

L'auteur s'est proposé d'étudier si la perte de charge dépend seulement de la courbure et de l'angle du coude ou aussi du diamètre et de la nature de la paroi. Trois choses sont nécessaires pour cette étude: 1° une série de coudes à angles droits réguliers; 2° un manomètre adapté à la mesure des pertes de charge dans un coude; 3° une installation permettant de disposer de courants d'eau réguliers à vitesse variable et réglable.

M. Alexander examine successivement le détail des moyens qui lui ont permis de réaliser ces trois conditions: 1° emploi de coudes en bois vernis intérieurement et polis; 2° un manomètre à tube en U, renfermant un liquide plus dense que l'eau, relié aux deux extrémités du coude; 3° utilisation des conduites d'eau de la ville pendant les heures de nuit en réglant la vitesse par un robinet.

Il décrit ensuite le détail d'une expérience.

On a d'abord déterminé la loi des pertes de charge dans un tuyau droit; puis à l'aide de cette loi, la perte de charge pour un tuyau droit dont la longueur est égale au développement de l'axe du coude; ensuite expérimentalement la perte de charge du coude; enfin par différence la perte de charge due à la courbure.

L'auteur discute ensuite la valeur de ses expériences, celles d'autres expérimentateurs sur le même sujet et les résultats obtenus. Il propose et discute des formules expérimentales de pertes de charge.

Il estime que la perte de charge dépend de la nature du tuyau, de sa courbure, de son diamètre et de la longueur du coude et qu'elle est de même nature que la perte de charge en ligne droite et non pas le résultat de chocs.

Ces expériences ont montré que la courbure donnant le minimum de perte de charge est celle dont le rayon est égal à deux fois et demie le diamètre du tuyau; pour cette courbure, la perte de charge est égale à celle d'un tuyau en ligne droite de 3,38 fois la longueur de l'axe du coude développé.

MÉCANIQUE

Les moteurs à explosion et leurs emplois. — M. N. KOUSNIETZOFF passe en revue, dans les *Zapiski imperatorskago rousskago tekhnicheskago Obchestva* (Bulletin de la Société technique impériale russe) de juillet, les diverses applications industrielles et la construction des moteurs à explosion: moteurs à essence, à pétrole, à gaz de ville et à gaz pauvre, et des moteurs à combustion du genre Diesel. Cette étude très complète permet de se faire une idée exacte de l'état actuel de cette question. Elle examine successivement la construction générale des moteurs à deux et quatre temps et de leurs accessoires, leurs emplois pour actionner les canots automobiles et les divers moyens en usage pour provoquer le changement de marche, les automobiles sur routes et sur voies ferrées (draines), sans trop insister sur les plus connues de ces dernières questions, la commande directe des dynamos d'éclairage privé ou public, d'éclairage des trains, etc., des pompes rotatives, d'épuisement ou d'incendie, et enfin comme petits moteurs industriels d'ateliers. La comparaison entre le prix de revient de la force motrice par essence, vapeur, pétrole, gaz, etc., et les poids relatifs des différents moteurs est donnée sous forme de tableaux.

Cette étude, qui a fait l'objet d'une conférence, est suivie de la discussion à laquelle ont pris part les membres de la Société et dans laquelle on fait ressortir les avantages et inconvénients des divers moteurs mentionnés; quelques indications sont données sur leur emploi et sur leur avenir en Russie. Cette discussion a porté plus particulièrement sur la valeur pratique des moteurs Diesel.

Manutention mécanique de 80 tonnes de charbon à l'heure. — L'*Engineering*, du 14 juillet, donne la description de l'installation faite à Wilsden Junction, pour la manutention mécanique du charbon, à la station centrale de la Metropolitan Electric Supply Co. Cette installation permet de transporter, depuis les wagons jusqu'aux foyers des générateurs, 60 à 80 tonnes de charbon à l'heure.

Les wagons de charbon sont amenés à l'intérieur de deux renverseurs constitués chacun par deux anneaux entretoisés, roulant sur des galets, et déversant le charbon dans une trémie de 70 tonnes. Un moteur de 5 chevaux suffit à la manœuvre par suite du peu d'énergie à dépenser résultant de la coïncidence du centre de gravité du wagon avec l'axe du renverseur. On peut démonter la moitié supérieure d'un renverseur pour le passage des locomotives.

Le transporteur qui prend le charbon dans la trémie est constitué par une sorte d'échelle sans fin en acier, flexible à chaque degré et glissant dans des auges en fonte en entraînant le charbon qui passe ensuite dans un élévateur-transporteur de 32^m 50 de longueur, incliné à 30 degrés, l'élevant de 12^m 20, le déversant dans le transporteur principal semblable au premier et passant horizontalement au-dessus des générateurs. Il a 120 mètres de longueur. Au droit de chacune des trémies des chargeurs automatiques des foyers, l'auge porte une ouverture réglable pour l'alimentation de ces trémies. Les auges des transporteurs ont 0^m 40 environ de largeur et 0^m 20 de profondeur. 25 chevaux suffisent à actionner tous les transporteurs.

L'auteur termine en décrivant les chargeurs automatiques des générateurs. Ils peuvent charger une tonne à l'heure; un chauffeur suffit pour surveiller six de ces appareils.

MÉTALLURGIE

Filtration des poussières métallurgiques. — Le procédé de filtration des gaz à travers des sacs en tissu pour récupérer les poussières métallurgiques remonte à 1850, époque à laquelle il a été appliqué à la fabrication directe du blanc de zinc à partir du minerai. Il a été depuis employé dans beaucoup d'autres industries métallurgiques, notamment à la séparation des fumées plombeuses provenant des fours à cuve.

L'*Engineering and Mining*, du 15 juillet, donne des renseignements généraux sur ce mode de filtration et décrit plus spécialement la disposition qui a été adoptée à la Globe Smelting and Refining Co., à Denver (Colorado).

Les sacs filtrants sont suspendus verticalement dans une grande chambre par rangées de vingt-sept sacs. L'extrémité inférieure de chacun des sacs est ouverte et recouvre une série de tubulures ajustées sur des tôles qui séparent la chambre des sacs des

compartiments situés à la partie inférieure du bâtiment. Ces compartiments, qui occupent chacun une surface de 20 mètres $\times$ 3 mètres, sont séparés par des murs en briques de 0^m 33 sur 4^m 50 de hauteur et ont chacun à leur partie supérieure, trois rangées de vingt-sept tubulures.

Les gaz sont amenés dans ces compartiments, pénètrent par les tubulures dans les sacs où ils abandonnent leurs poussières. Lorsque les sacs sont chargés de ces poussières, on les secoue à la main et les poussières tombent dans les compartiments d'où on les retire périodiquement par des ouvertures ménagées à cet effet.

La surveillance de cette installation revient à environ 50 centimes par tonne de galène traitée à l'usine de Denver. Ce prix est plus élevé dans les plus petites installations.

L'installation de Denver avait, primitivement, 23 mètres carrés de surface filtrante par tonne traitée. Mais ce chiffre a été augmenté.

Les sacs filtrants ont 0^m 45 à 0^m 50 de diamètre, 6 à 10 mètres de longueur. Le tissu employé, lorsque les gaz sont exempts de gaz sulfureux, est la mouseline écrue pesant 100 à 200 grammes environ par mètre carré, comportant 42 à 48 fils au pouce.

Si les gaz sont très chargés de gaz sulfureux, et surtout s'ils renferment un peu d'anhydride sulfurique, il faut employer des sacs en laine écrue, le suint encore présent constituant une sorte d'enduit protecteur; les sacs en coton seraient très vite détruits. Ces sacs n'ont qu'une couture de 25 millimètres de largeur. Ils sont attachés aux tubulures par des bandelettes de mouseline de 50 millimètres de largeur.

Les gaz doivent être introduits à une température comprise entre 140 et 170 degrés pour ne pas brûler les sacs. On les refroidit, s'il est nécessaire, par radiation, en les faisant passer dans des jeux d'orgues. La température d'entrée dans la chambre des sacs doit être donnée soigneusement par un thermomètre avertisseur à cadran, afin de faire des admissions d'air froid pris à l'extérieur quand la température tend à dépasser 170 degrés.

MINES

Installation d'un terris aux charbonnages du Hasard (Belgique). — M. HENRY, chef de service aux Charbonnages du Hasard, à Micheroux, près de Liège, décrit dans la *Revue universelle des Mines*, d'avril, une installation de mise à terris réalisée, en 1903, dans ces charbonnages. L'ensemble de l'installation comporte un trainage mécanique amenant les wagonnets de schistes au plancher supérieur d'une trémie en tôle pouvant contenir environ 100 tonnes de déblais, et les déverser dans les wagons qui gravissent le plan incliné.

Les wagonnets, abandonnant le brin de chaîne qui les amène, roulent, sous l'influence de la gravité, vers un culbuteur rotatif, d'où ils sortent, après vidange, pour se placer automatiquement sur le brin de chaîne entraînant les wagonnets vides.

Les principales caractéristiques du trainage horizontal sont les suivantes:

Vitesse de la chaîne trainante.	mètres par seconde.	0,50
Distance minimum entre deux wagonnets.	mètres.	40
Débit horaire.	 wagonnets.	480
Charge moyenne d'un wagonnet	 kilogr.	700
Débit maximum du transport.	 tonnes à l'heure.	426

L'auteur donne des indications sur le treuil du plan incliné, la faible vitesse adoptée (1 mètre par seconde), les wagons culbuteurs, la durée d'un trait, le volume d'un cône de déblais, le frein de sûreté adopté pour les wagons, et les grappins hydrauliques à arrêt progressif, qui permettent d'obtenir avec certitude l'arrêt du wagon en cas de rupture du câble.

Production du pétrole et du minerai de fer aux États-Unis, en 1904. — L'*Iron Age*, du 6 juillet, donne les productions comparées de ces deux produits pour les différents États en 1903 et en 1904.

Cette statistique montre que la production totale de ce pays en pétrole est passée de 100 461 337 à 117 063 421 barils, de 1903 à 1904, le prix du baril en 1904 étant de 4 fr. 536 soit 0 fr. 42 de moins qu'en 1903.

La production du minerai de fer, qui n'avait pas cessé de croître de 1895 à 1902, atteignant un maximum de 35 554 135 tonnes en 1902, a passé à 35 019 308 tonnes en 1903 et a atteint seulement 27 644 330 tonnes en 1904.

Les quantités importées et exportées sont très peu importantes.

Cette production ne correspond pas exactement à la quantité de fonte produite. L'auteur, en se basant sur des statistiques antérieures, examine dans quelle mesure elle le représente et entre dans quelques détails sur les différentes sortes de minerais produits en 1904, sur les productions des différentes régions et États, sur l'importance relative des différentes mines et sur la valeur des minerais.

Le prix de la tonne en 1904 a été de 8 fr. 19, soit une baisse de 1 fr. 732 sur les prix de 1903.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Appareil pour déterminer la durée des manchons à incandescence. — Pour déterminer la valeur relative des manchons à incandescence, il y a lieu de tenir compte, indépendamment du prix d'achat, de leur pouvoir éclairant et de leur durée.

Le pouvoir éclairant est facile à obtenir à l'aide d'un photomètre, mais il n'en est pas de même en ce qui concerne la comparaison des durées. La méthode employée consiste à mettre successivement en service les manchons de diverses provenances sur les mêmes appareils. Beaucoup de causes étrangères à la qualité intrinsèque des manchons viennent fausser les résultats : ce sont les intempéries, les soins plus ou moins grands apportés au réglage, à l'allumage et à l'extinction des becs, les modifications que subissent les chaussées ou la circulation aux abords des appareils, etc.

En vue d'obtenir des résultats plus rapides et comparables entre eux, M. CHEVALLIER, conducteur de la Ville de Paris, a fait établir, dans les ateliers du Service municipal de l'éclairage, une petite rampe d'essais où les becs sont soumis, par le choc de taquets montés sur un axe parallèle à la rampe et mis en mouvement par un petit moteur électrique, à des séries de secousses régulières que l'on prolonge à volonté.

Les verres, quand il s'agit de becs qui en comportent, sont suspendus à la hotte dans laquelle se dégagent les produits de la combustion.

La rampe étant garnie des manchons à étudier, on note successivement les avaries et on représente la résistance relative de chaque manchon par le produit ab , a étant le temps pendant lequel le manchon a résisté sans aucune avarie, et b le temps au bout duquel il a été mis au rebut. La rampe est alternativement éteinte et rallumée, pour opérer dans les mêmes conditions qu'en service.

Cet appareil est décrit dans le numéro du 15 juillet du *Bulletin de la Société des Conducteurs du Service municipal de Paris*.

La surchauffe appliquée aux locomotives. — Les avantages de la surchauffe sont connus depuis fort longtemps. Dès 1828, Trevithick l'employait pour une machine à vapeur dans une mine du Cornouailles, mais ses inconvénients ont beaucoup limité son emploi pendant longtemps, surtout tant qu'on n'atteignait pas de hautes pressions dans les chaudières.

M. H. VAUGHAN étudie, dans l'*Engineering News*, du 22 juin, son application aux locomotives.

Après avoir fait l'historique de la question, en insistant notamment sur les inconvénients qui ont limité le développement des surchauffeurs, l'auteur décrit en détail les trois principaux systèmes de ces appareils actuellement employés sur les locomotives : le système Schmidt, le système Pielock et le système Schenectady. Il donne ensuite le détail des essais de ces divers systèmes exécutés en Allemagne et en Amérique, et résume les avantages et inconvénients de l'application de la surchauffe aux locomotives.

La surchauffe a été pour la première fois appliquée aux locomotives en 1870 et aujourd'hui environ deux cents locomotives fonctionnent en Allemagne avec des surchauffeurs, la plupart du système Schmidt. Aux États-Unis, une quarantaine de locomotives dont moitié environ sont pourvues du surchauffeur Schmidt et moitié du surchauffeur Schenectady, fonctionnent depuis 1904. Cette année, le Canadian Pacific Railway en a construit cinquante-cinq appartenant à ces deux types.

Les essais de ces machines comportent des causes d'erreur importantes; mais l'auteur estime que le chiffre de 10 % au minimum peut être attribué à l'économie de combustible que procure la surchauffe.

Un résultat constant des essais exécutés en Allemagne est la grande économie d'eau que procure l'emploi de la surchauffe.

TRAVAUX PUBLICS

Excavation des roches submergées dans le port de Buffalo. — On creuse actuellement à Buffalo, en approfondissant le lac Érié, un canal qui doit avoir aux eaux moyennes 700 mètres de longueur, 120 mètres de largeur, 7 mètres de profondeur et un bassin de même profondeur mesurant 584 mètres sur 152 mètres.

L'*Engineering News*, du 6 juillet, décrit le matériel employé à l'exécution de ces travaux qui ont été commencés en 1903 et coûteront environ 4 millions de francs. Le volume des matériaux à excaver s'élève à 470 000 mètres cubes dont 260 000 mètres cubes de roc qui sont enlevés au moyen d'explosifs. Le matériel nécessaire à l'enlèvement de ce roc comprend cinq pontons-chantiers en acier portant d'un côté les chaudières, les machines électriques, la forge et divers ateliers, etc., et de l'autre une rangée de perforatrices à vapeur montées sur des charpentes à mouvements hydrauliques; le nombre des perforatrices par ponton varie de deux à quatre suivant leurs dimensions. L'un de ces pontons mesure 32 mètres $\times$ 9 mètres $\times$ 1^m 80; il porte quatre perforatrices qui se déplacent sur le ponton à l'aide de crémaillères.

Pour les mines peu profondes les trous sont espacés de 1^m 20 $\times$ 1^m 50, ce qui correspond à une moyenne de 1^m 8 excavé par mètre courant de trou foré. On fait ordinairement partir les coups de mines après le forage de chaque trou sans déplacer le ponton à cause de la faible profondeur du trou (1^m 50) et de la grande profondeur de l'eau (6 mètres). Après une série de vingt coups de mines, on déplace le ponton. Parfois on fait exploser à la fois vingt-quatre mines, ce qui représente une charge de 180 kilogr. de dynamite.

Les débris sont enlevés avec des dragues puissantes.

Ouvrages récemment parus.

Les Torpilles et les Mines sous-marines, par H. NOALHAT, avec préface de P. FONTIN. — Un volume in-8° de 430 pages, avec 268 figures. — Berger-Levrault, éditeurs, Paris et Nancy, 1905. — Prix : 8 francs.

Les premiers essais de mines sous-marines remontent à plusieurs siècles, mais c'est à Fulton, l'inventeur célèbre reconnu par les gouvernements auxquels il s'adressa, que l'on peut attribuer le mérite d'avoir fait les expériences décisives de destruction de navires prouvant la puissance de ces engins. Dans le cours du siècle dernier, d'importants travaux entrepris isolément, soit en Angleterre, soit en Amérique et en France pour la destruction d'épaves ou de rochers, précédèrent la vulgarisation des torpilles comme matériel de guerre proprement dit. C'est en 1854 seulement que le lieutenant-colonel Hennebert présenta au Gouvernement français deux modèles de véritables torpilles, l'une mouillée, l'autre dirigeable.

Après avoir ainsi rappelé l'historique de la question, M. Noalhat aborde l'étude des types récents, en passant d'abord en revue les explosifs utilisés, poudre noire, dynamite, coton-poudre, acide picrique, fulminate; puis les explosifs : amorces au pulvérin et au fulminate, étoupilles, détonateurs à percussion, détonateurs chimiques, etc.

La seconde partie du volume est consacrée aux torpilles fixes : torpilles dormantes et torpilles vigilantes, c'est-à-dire immergées entre deux eaux; la mise de feu peut être électrique, mécanique, électromécanique, ou chimique. Dans certains cas, des dispositifs permettent de rendre à volonté la torpille inoffensive.

L'auteur signale les dispositifs de vérification des engins, la manière de les disposer pour la défense d'un port ou d'une passe, les modes d'amarrage usités dans chaque pays, etc.

La troisième partie traite des torpilles mobiles dont l'importance s'accroît à mesure qu'on arrive à perfectionner de plus en plus leur fonctionnement. On peut les classer en : torpilles flottantes, remorquées, portées, lancées, et enfin torpilles automobiles. M. Noalhat s'étend spécialement sur cette catégorie, étudie les conditions à remplir (direction, immersion) et les causes qui influent sur la trajectoire de ces appareils; il décrit en détail les types Whitehead et Howell, avec leurs organes accessoires, tubes lance-torpilles, etc., et compare la valeur militaire de ces deux systèmes concurrents.

Un chapitre est réservé aux torpilles dirigeables, c'est-à-dire automobiles et maintenues sous la direction de l'opérateur, généralement au moyen d'un câble électrique avec lequel on peut, du torpilleur, agir sur les organes de réglage de la torpille; il en existe avec moteurs à gaz, à air comprimé, à moteur électrique. Enfin, on a récemment proposé d'utiliser les ondes électriques pour agir à distance, et sans intermédiaire matériel, sur des torpilles automobiles constituant des auto-torpilleurs, et ce n'est sans doute pas le dernier progrès que l'ingéniosité des chercheurs apportera à ces délicats et coûteux sous-marins en miniature.

Statistique des grèves et des recours à la conciliation et à l'arbitrage en 1904, publiée par la Direction du Travail, au Ministère du Commerce et de l'Industrie. — Un volume in-8° de 775 pages. — Imprimerie nationale, Paris, 1905.

Cette statistique contient l'état détaillé de toutes les grèves survenues en France en 1904, classées d'après la profession des grévistes et d'après la nature des causes et leurs résultats; puis, l'importance relative des grèves suivant la nature des industries, la nature des causes, l'époque de l'année; enfin, les applications de la loi du 27 décembre 1892 sur la conciliation et l'arbitrage.

Deux cartes indiquent respectivement, pour chaque département, le nombre absolu de grévistes le nombre proportionnel pour mille. Les groupes industriels les plus atteints ont été les industries de transport, chimiques et textiles.

I Generatori del Vapore, par M. FOSCO LAURENTI, Directeur technique de la Manufacture des tabacs de la Principauté de Monténégro, et M. GIULIO PASQUALIGO, Mécanicien en chef de la Marine italienne. — Un volume, grand in-8° de 352 pages, avec 308 figures et un album de 19 planches. — Unione Tipografica, éditeur, Turin, 1905. — Prix : 14 francs.

Cet ouvrage, qui s'adresse aussi bien aux Ingénieurs qu'aux élèves des écoles techniques, est un traité à la fois théorique et pratique de la production industrielle de la vapeur. Une place importante est réservée aux progrès récents réalisés dans la construction des générateurs et plus spécialement des chaudières multitubulaires. Voici les matières dont traite chacune des dix parties dont il se compose :

1° Propriétés de la vapeur saturée et de la vapeur surchauffée; lois et formules générales; principes de thermodynamique;

2° Composition, analyse et détermination du pouvoir calorifique des principaux combustibles; calcul de la température de combustion;

3° Description des divers types de chaudières et spécialement des générateurs à circulation rapide;

4° Calcul des éléments des chaudières : surface de chauffe et surface de grille, puissance de vaporisation et rendements. Cette partie, qui comprend également le calcul des principaux accessoires, expose l'application des méthodes de calcul à certains types courants;

5° Construction des chaudières; propriétés des matériaux employés;

6° Essais de réception avec des tables résumant les résultats obtenus avec certains types en fonctionnement;

7° Installation des chaudières; types à adopter;

8° Eaux d'alimentation; conduite et accidents de chaudières. Dans cette partie, l'auteur expose les méthodes diverses d'analyses d'eau, les procédés d'épuration, les causes des accidents et les moyens de les prévenir;

9° Réchauffage de l'eau d'alimentation et surchauffage de la vapeur; les avantages de ces procédés sont mis en relief par quelques exemples;

10° Calcul des dimensions des cheminées, leur construction et leur stabilité; emploi des ventilateurs et calcul de leurs organes.

Ce livre se termine par un appendice relatif aux lois et décrets réglementant l'emploi et la surveillance des chaudières et des réservoirs de vapeur.

Le Gérant : H. AVOIRON.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Automobiles** : Concours de véhicules industriels et de fourgons militaires (*suite et fin*), p. 321; Ch. DANTIN. — **Mécanique** : Tour à fileter de très grande précision (*planche XX*), p. 327; F. HOFER. — **Travaux publics** : La fondation des ouvrages en terrains vaseux, p. 329; L'-Colonel G. ESPITALIER. — **Jurisprudence** : L'élimination des buées dans les établissements industriels, p. 331; Louis RACHOU. — **Variétés** : Appareil de sûreté pour la fermeture automatique des cages d'ascenseurs, p. 331; — De l'emploi du nitrate de soude et du sulfate d'ammoniaque dans la grande

culture, p. 332; — Extinction des incendies par le procédé Laurent, p. 332; — Phares électriques pour locomotives, p. 333.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Académie des Sciences (4 septembre 1905), p. 334. — **BIBLIOGRAPHIE** : Revue des principales publications techniques, p. 334; — **Ouvrages récemment parus**, p. 336. — **INFORMATIONS** : VIII^e Exposition internationale de l'Automobile, du Cycle et des Sports, p. 336; — Lancement du paquebot *Kaiserin Victoria Augusta*, p. 336.

Planche XX : Tour à fileter de très grande précision.

AUTOMOBILES

CONCOURS DE VÉHICULES INDUSTRIELS et de fourgons militaires.

(Suite et fin¹.)

CAMION ET FOURGON MILITAIRE DE LA SOCIÉTÉ DES AUTOMOBILES DELAHAYE. — La Société des Automobiles Delahaye avait engagé un camion

dres horizontaux tournant à 1 000 tours. Les organes du mécanisme se divisent en trois groupes bien distincts : le moteur et son embrayage, le changement de vitesses et le différentiel; ils sont reliés entre eux par des accouplements flexibles de sorte que les petites déformations accidentelles du châssis n'ont pas d'influence sur leur fonctionnement.

Les deux cylindres du moteur ont 11 centimètres d'alésage et 16 centimètres de course; ils fonctionnent à l'essence ou à l'alcool. Le régulateur de vitesse est constitué par un étrangleur placé sur le tube d'admission du mélange tonnant, et manœuvré par pédale. L'allumage



FIG. 1. — CONCOURS DE VÉHICULES INDUSTRIELS ET DE FOURGONS MILITAIRES : Vue du fourgon Delahaye au moment du pesage

de 2 tonnes de charge utile et un fourgon militaire du poids total de 2950 kilogrammes.

Chacun de ces véhicules est monté sur un châssis de 12 chevaux, en tôle d'acier emboutie. Il possède un moteur vertical à deux cylin-

se fait par accumulateurs. L'inflamateur est logé dans la chambre des soupapes, à l'abri de l'huile. Une manette règle le point d'allumage et une came de décompression facilite la mise en route du moteur.

Le carburateur est à barbotage et à niveau constant. L'air chaud, aspiré dans une double enveloppe des cylindres, plonge dans le carburateur par un tube central et remonte en traversant la nappe d'es-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 18, p. 289, et n° 19, p. 307.

sence, puis un certain nombre de chicanes étudiées de telle façon qu'aucune parcelle de liquide non volatilisé ne puisse être entraînée dans les cylindres. Un tube de niveau en verre permet de vérifier le niveau d'essence maintenu constant par un flotteur. Un robinet de mélange relié à une manette à portée de la main du conducteur sert à maintenir la carburation exacte quel que soit l'état de l'atmosphère ou de la température.

Le moteur est graissé automatiquement par cinq débits visibles, dont deux graissent les cylindres, et les autres les paliers.

Le refroidissement est assuré par une pompe centrifuge commandée par engrenage et un radiateur à ailettes avec ventilateur.

L'arbre du moteur est transversal au châssis et porte un volant relié à l'arbre intermédiaire du changement de vitesses par une courroie croisée se déplaçant sur poulie folle ou fixe au moyen d'une pédale placée sous le pied droit du conducteur; cette courroie est complètement enfermée dans un carter. Ce dispositif de transmission permet d'obtenir un embrayage très progressif.

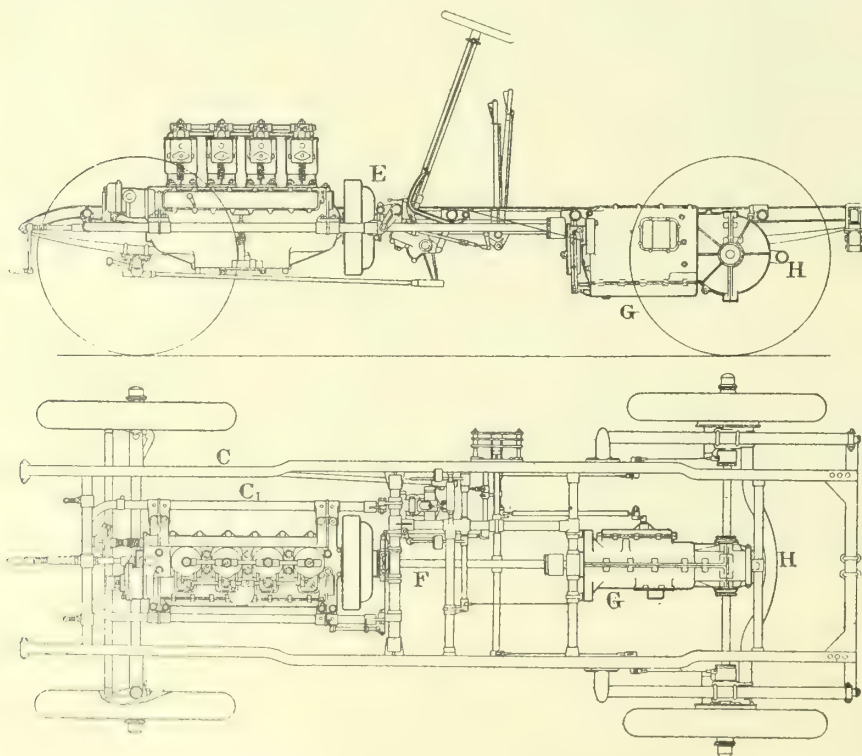
Le changement de vitesses est obtenu par le déplacement d'un train d'engrenages sur l'arbre intermédiaire commandant l'arbre différentiel, dont chaque extrémité porte un pignon relié par chaîne aux roues arrière de la voiture.

Les freins sont au nombre de trois, dont l'un commandé par une



FIG. 2. — Voiture de livraison de Dion-Bouton.

pédale s'enroule sur un tambour calé sur le différentiel; les deux autres agissent directement sur les roues arrière et sont manœuvrés par un levier à encliquetage.



L'empattement est de 2^m 70. Les roues sont garnies de caoutchoucs pleins.

VÉHICULES DE DION-BOUTON. — Le tableau ci-après résume les éléments principaux des six véhicules engagés par cette maison :

	VOITURE POSTALE	VOITURE LIVRAISON	CAMION	CAR ALPIN	OMNIBUS	FOURGON MILITAIRE
Numéro du véhicule.	5	6	8	50	51	84
Puissance du moteur (chev.).	8	10	24	24	24	12
Nombre de cylindres.	4	2	4	4	4	2
Régime des moteurs	1 500	1 400	1 300	1 300	1 300	1 400
Alésage de chaque cylindre. .	106	90	104	104	104	100
Course de chaque cylindre . .	120	110	130	130	130	110
Transmission	Par cardans transversaux et fusées creuses.					
Allumage.	Bougies Piles	Bougies Piles	Magnéto et bougies.			Bougies Piles
Bandages	Pneus		Caoutchouc plein.			
Poids à vide (kilogr.)	890	1 650	2 400	2 480	3 300	1 750
Charge utile (kilogr.)	180	870	4 000	16 places	30 places	900
Nombre de vitesses	3	3	3	3	3	3

Voici quelques détails sur la construction de chacun de ces véhicules, qui sont représentés sur les figures 2 à 9.

Voiture postale. — La voiture postale, qui pèse un peu plus de 1 tonne, est montée sur le châssis en tubes d'acier, du type de 8 che-



FIG. 3. — Car alpin de Dion-Bouton.

vaux, qui sert aux voitures légères de tourisme. Le moteur monocylindrique, vertical, tourne à 1 500 tours; il est muni d'un décompresseur, qui facilite la mise en marche. Ce mécanisme consiste simplement en une came, qui soulève le clapet d'échappement pendant une partie de la compression, et qu'on met en jeu seulement au moment du démarrage.

Le carburateur, d'un type unique pour tous les véhicules de Dion, comporte deux réglages : l'un sur l'admission, par simple étranglement du conduit, l'autre opérant le dosage du mélange par addition d'air supplémentaire.

L'embrayage, commandé par pédale, procède par serrage d'un pla-

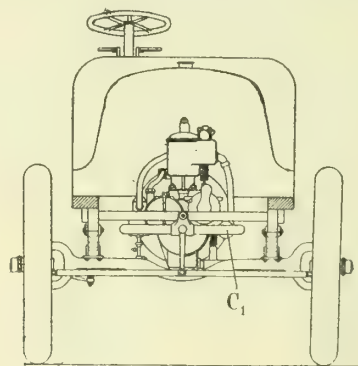


FIG. 4 à 6.
Châssis de Dion-Bouton,
type de 15 chevaux.

C, châssis; — C₁, faux châssis du moteur;
— E, embrayage; — F, arbre de commande; — G, changement de vitesses et différentiel; — H, essieu arrière.

teau en acier, solidaire du changement de vitesses, entre deux plateaux de fonte solidaires du moteur.

Le changement de vitesses, à train balladeur, donne trois vitesses avant et une marche arrière. Le différentiel, d'un bloc avec le changement de vitesses, est attaché au châssis; le mouvement est transmis aux roues par double cardan et fusées creuses, suivant le type spécial aux châssis de Dion-Bouton.

Le châssis tubulaire est rétréci à l'avant, pour faciliter les virages.

La suspension avant comporte deux longs ressorts, et la suspension arrière, trois ressorts, dont un transversal.

La voiture est munie de deux freins indépendants, l'un sur l'arbre secondaire, à sabots, et l'autre sur les moyeux arrière. Les roues sont garnies de bandages Dunlop, de 90 millimètres.

La voie est de 1^m 17, et l'empattement 1^m 95. La voiture transporte 15 litres d'eau et 25 litres d'essence; elle en consomme 1 litre pour 10 kilomètres.

Voiture de livraison et fourgon militaire. — Ces deux véhicules (fig. 2 et 7) possèdent, à l'avant du châssis, des moteurs à deux cylindres verticaux, moteurs qui ne diffèrent que par l'alésage des cylindres (90 millimètres pour la voiture et 100 millimètres pour le fourgon), de sorte que la puissance normale atteint 10 chevaux dans le premier cas et 12 dans le second. Le refroidissement est obtenu au moyen d'un radiateur avec ventilateur.

Le graissage du moteur est assuré par une pompe à engrenages fixée à la partie inférieure du carter. Les disques de l'embrayage sont lubrifiés par du graphite.

Le changement de vitesses et le différentiel, qui sont réunis dans une enveloppe commune, sont graissés comme le moteur. Les vitesses normales sont de 9, 17 et 26 kilom. à l'heure.

Le châssis est en bois armé, avec les mêmes organes de suspension que pour le châssis de 8 chevaux.

Les roues ont des bandages Dunlop, de 120 millimètres. La voie est de 1^m 44, et l'empattement de 2^m 90.

La voiture, aussi bien que le fourgon, transportent 35 litres d'eau et 60 litres d'essence, dont la première consomme 1 litre par 5^{km} 5, le second, 1 litre par 7 kilomètres.

Camion de livraison, car alpin et omnibus. — Ces trois véhicules (fig. 3, 8 et 9) sont montés sur des châssis en bois armé du type dit de 15 chevaux, que représentent les figures 4 à 6, et munis de moteurs à quatre cylindres récemment décrits dans le *Génie Civil* (1). L'allumage est double, par accumulateurs ou par magnéto. La magnéto employée sur les voitures de Dion est du système Bassée-Michel à basse tension, avec bobine de transformation entièrement séparée. On

peut ainsi, par l'installation d'une magnéto et d'une batterie sur la voiture, disposer à volonté de l'une ou l'autre source d'électricité pour l'allumage, par le simple jeu d'un commutateur; tous les autres organes servent dans un cas comme dans l'autre. Il est commode, en particulier, de démarrer avec les piles ou les accumulateurs, et, aussitôt après, de faire travailler la magnéto, en gardant la batterie comme réserve de secours.

La magnéto est commandée par le moteur avec transmission élastique et tourne à la même vitesse que lui.

Le courant primaire est lancé dans l'allumeur, à chaque demi-tour de l'induit, au moment où l'intensité passe par son maximum. Cette manœuvre a lieu par la pression intermittente d'une lame oscillante actionnée par une came, sur une vis de réglage à bout platine. Un petit condensateur monté sur l'allumeur amortit les étincelles qui useraient les grains de platine. L'emploi d'un trembleur unique a l'avantage de placer les quatre cylindres dans les mêmes conditions, ce qui simplifie la recherche des avances.

L'avance à l'allumage se fait, comme d'ordinaire, par déplacement de la plaque de l'allumeur. Le distributeur du courant aux bougies des quatre cylindres est monté sur le circuit à haute tension, et l'isolement est assuré par l'emploi de la porcelaine comme support des pièces métalliques.

Le carburateur est simple et à flotteur annulaire. Le réglage, comme dans les autres voitures, se fait : soit par étranglement de l'admission au carburateur, soit par diminution de la course des clapets d'échappement.

La pompe centrifuge de circulation tourne à la même vitesse que le moteur; le radiateur est ventilé.

L'embrayage est, ici encore, du type à trois plateaux de friction, dont deux, un fixe et un mobile parallèlement à son axe, sont solidaires

de l'arbre du moteur, tandis que l'autre est solidaire des organes de transmission. Le graissage se fait au moyen de pastilles de graphite enchâssées dans les plateaux en fonte.

Les vitesses normales sont de 5, 10 et 15 kilom. pour le camion; 8, 16 et 26 kilom. pour le car alpin; 7, 13 et 21 kilom. pour l'omnibus.

Ces véhicules sont montés sur bandages pleins de divers systèmes. Les approvisionnements sont de 65 litres d'eau et 35 d'essence pour le camion; 45 et 48 litres pour le car; 40 et 45 litres pour l'omnibus.

AUTOMOBILES GILLET-FOREST. — La Société Gillet-Forest avait engagé trois véhicules : un omnibus à 8 places, une voiture de livraison et un fourgon militaire (fig. 10).

L'omnibus possède un moteur de 24 chevaux, à quatre cylindres verticaux jumelés; il a quatre vitesses et une marche arrière. La transmission se fait par arbre à joints cardan.



FIG. 7. — Fourgon militaire de Dion-Bouton.



FIG. 8. — Camion automobile de Dion-Bouton.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 43, p. 204.

La voiture de livraison, destinée à porter une charge de 600 kilogr., pèse, à vide, 1 050 kilogr., et, en charge, 1 720 kilogr. Le châssis est du même type que celui du fourgon militaire.

Celui-ci (fig. 10), pesant, à vide, 1 275 kilogr., peut porter 1 200 kilogr. de charge utile, y compris les voyageurs; son poids, en charge, atteint 2 650 kilogr. Le moteur, de 12 chevaux, est horizontal et monocylindrique (cylindre de $0^m 14 \times 0^m 17$); il tourne à 850 tours et a été étudié de façon à fonctionner, soit à l'essence, soit à l'alcool, soit même au pétrole ordinaire. Le carburateur est du type Longuemare; l'allumage se fait avec des accumulateurs.

Les réservoirs à eau et à essence contiennent chacun 30 litres et sont dissimulés dans le capot, le long duquel se développent les tubes verticaux du radiateur.

L'empattement est réduit à $2^m 35$, de façon à faciliter les virages sur les routes sans avoir recours à la marche arrière. La transmission a lieu par arbre à cardan; il y a trois vitesses seulement. Les roues, du type Soulas, sont montées avec des bandages pleins compound. Un frein agit sur le différentiel, et un autre sur chacune des roues arrière.

VÉHICULES DES ÉTABLISSEMENTS TURGAN. — Les Établissements Turgan avaient présenté un camion-tracteur à vapeur et un camion à pétrole.

Camion à vapeur. — Le camion à vapeur (fig. 11) est capable de porter 5 tonnes et de remorquer en même temps une charge égale, sur de bonnes routes. C'est un engin puissant, à vitesse réduite, destiné particulièrement aux gros transports pour les usines. Le châssis en tôle, qui supporte tout le mécanisme, prend appui par l'intermédiaire de quatre forts ressorts longitudinaux sur des roues en tôle et cornières d'acier; leurs moyeux sont en acier coulé et leurs bandages en fer. Les roues avant ont $0^m 80$ de diamètre et $0^m 150$ de largeur; les roues motrices, 1 mètre de diamètre et $0^m 30$ de largeur. La surface d'appui est assez considérable pour ne pas détériorer les chaussées.

Chaque roue arrière est commandée, avec intermédiaire d'un réducteur de vitesse, par une machine à vapeur compound. Ces machines, placées sous le siège du conducteur, donnent chacune 25 à 30 chevaux. Voici leurs dimensions principales :

Vitesse	tours.	250 à 300
Diamètre du cylindre H. P.	millimètres.	110
Diamètre du cylindre B. P.	—	200
Course du piston	—	130
Poids	kilogr.	250

La chaudière tubulaire, du système Turgan, est disposée à l'avant, au-dessus de l'essieu. Ses caractéristiques sont :

Timbre	kilogr.	16
Surface de grille	mètres carrés.	0,47
Surface de chauffe	—	14

Deux serpentins formés par des tubes en acier et installés de chaque côté de la cheminée forment réchauffeur d'alimentation; un surchauffeur de vapeur est logé auprès du ciel du foyer. La caisse à eau contient 1 400 litres; elle est suspendue par des ressorts à boudin, sur l'arrière du châssis.

La transmission du mouvement se fait par engrenages droits et chaînes Varietur; les paliers des axes sont mobiles, pour le réglage des chaînes.

Les organes de distribution et leur commande sont analogues à ceux des locomotives. L'alimentation est obtenue par un petit-cheval et un injecteur. Le remplissage de la caisse à eau se fait au moyen d'un éjecteur.

La direction est irréversible, à volant horizontal, vis sans fin et secteur denté.

Les deux freins sont l'un à sabots et l'autre à bande. Le levier de ce dernier ferme en même temps l'admission de vapeur. Quant au frein à sabots, il est actionné par un volant

et une vis; les sabots s'appliquent sur les deux roues motrices.

La plate-forme de chargement du camion mesure $1^m 65 \times 2^m 55$. La vitesse de ce véhicule est en moyenne de 8 à 12 kilom. avec une consommation de $5^{\text{kg}} 500$ environ de charbon au kilomètre.

Camion à pétrole. — Ce camion (fig. 12), pèse en tout 5 600 kilogr., dont 2 300 de charge utile. Le châssis, en tôle d'acier, est rétréci à l'avant. Le moteur et le changement de vitesses sont portés chacun par un faux châssis. Les roues, en acier coulé d'une seule pièce, du système Daimler, sont munies de bandages Peter démontables; à l'arrière, ces bandages sont doubles, comme on peut l'apercevoir sur la figure 12.

Le moteur, de 24 chevaux, à quatre cylindres séparés de $0^m 11 \times 0^m 11$, et soupapes commandées, tourne à 800 tours.

Le carburateur est

automatique, avec prise d'air additionnelle. Le radiateur est ventilé. L'allumage est double, par accumulateur et bobine, et par magnéto à haute tension.

Il y a quatre vitesses, dont une en prise directe et en marche arrière. La transmission se fait par arbre à cardan, jusqu'à l'axe des pignons de chaîne, et ensuite par chaînes Varietur. La direction est irréversible. Les freins sont au nombre de quatre : deux à tambours,



FIG. 9. — Omnibus de Dion-Bouton.



FIG. 10. — Fourgon militaire de la Société des Automobiles Gillet-Forest.

sur l'arbre du différentiel, opérant en même temps le débrayage, et deux sur les roues motrices.

VÉHICULES DE LA SOCIÉTÉ DES AUTOMOBILES ARIÈS. — La Société des Automobiles Ariès avait engagé cinq véhicules, dont le tableau suivant résume les poids à vide et en charge :

	POIDS TOTAL	POIDS de la VOITURE	CHARGE UTILE
	kilogr.	kilogr.	kilogr.
N° 23. — Voiture de livraison.	4 720	4 112	608
N° 24. — Camion de 12 à 14 chevaux.	4 860	4 660	3 200
N° 35. — Omnibus de 12 à 14 chevaux.	3 377	2 127	1 250
N° 92 et 93. — Fourgons militaires de 12/14 chevaux.	3 048	1 837	1 211
	3 078	1 877	1 201



FIG. 11. — Camion-tracteur à vapeur, système Turgan.

Voiture de livraison. — Le châssis de la voiture Ariès est en tôle d'acier emboutie, système Arbel.

Le moteur à essence de pétrole, à deux cylindres de 105 millimètres d'alésage et de 140 millimètres de course, à soupapes d'admission commandées, donne une puissance de 12 à 14 chevaux en tournant à 1 000 tours. L'allumage se fait par piles ou accumulateurs et bobines.

Le nombre de tours peut être réglé par le conducteur au moyen d'une manette placée sur le volant de direction et permettant, par la mise en jeu d'un régulateur à boules, de faire varier cette vitesse de 200 à 1 400 tours, le régulateur agissant automatiquement à chacune de ces vitesses sur l'admission des gaz, et assurant une consommation proportionnelle au travail demandé. Le carburateur automatique Ariès est à pulvérisation et à niveau constant.

Les débrayages se font au pied, par une pédale qui commande un cône mâle s'emboîtant dans un cône femelle pratiqué dans le volant fixé sur le moteur. Le cône mâle coulisse sur un carré pratiqué sur l'arbre de changement de vitesses. Ce volant de grand diamètre et dont l'effet s'ajoute à celui des volants intérieurs du moteur, assure un équilibrage parfait et des démarrages très progressifs. L'embrayage est du type dit à cônes

renversés, c'est-à-dire sans poussée aucune sur le moteur ni la boîte de vitesses.

La boîte de changement de vitesses, à train balladeur, contient les engrenages nécessaires à effectuer trois vitesses et la marche arrière. En grande vitesse, tout intermédiaire d'engrenages est supprimé et le moteur relié directement par un arbre muni de deux joints cardan à un pignon attaquant directement le différentiel placé sur l'essieu arrière. Les vitesses sont de 9, 23 et 38 kilom. à l'heure.

Les deux freins qui agissent chacun dans les deux sens de marche, sont : l'un à main, avec sabots en cuivre qui viennent s'appliquer sur la face interne de tambours fixés aux moyeux des roues arrière ; l'autre à pédale, avec mâchoires embrassant un tambour en acier fixé sur l'arbre de transmission.



FIG. 12. — Camion à pétrole des Établissements Turgan.

Le refroidissement est obtenu par un radiateur cloisonné avec pompe à grand débit et ventilateur.

Les roues sont munies de pneumatiques.

La carrosserie, qui mesure 0^m 80 × 2^m 30, comporte un siège et une plate-forme avec ridelles mobiles et bâche de protection du chargement.



FIG. 13. — Omnibus de la Société des Automobiles Ariès.

Camion, omnibus et fourgons militaires. — Le châssis de tous ces véhicules est du même type, en bois armé de tôles et cornières d'acier (fig. 13 et 14). Le moteur est identique à celui de la voiture de livraison.

Le différentiel est complètement séparé du changement de vitesses auquel il est relié par une transmission permettant les légères déformations du châssis en marche. Le carter de ce différentiel forme un tout rigide avec des tubes latéraux portant les paliers des arbres des pignons de chaînes ; ces tubes portent, à chaque extrémité de l'ensemble, un palier à rotule qui lui permet les petits déplacements

rendus utiles par les faibles déformations du châssis.

Le frein à main agit sur deux tambours fixés par des colonnettes aux rais des roues. Sur chacun de ces tambours, vient serrer un ruban d'acier garni de poil de chameau. Les deux freins sont serrés simultanément par le levier à main.

Le frein à pédale se compose d'un tambour en acier fixé sur l'arbre de sortie du changement de vitesses; sur ce tambour viennent agir deux mâchoires en acier munies de patins en fonte et dont le point d'articulation est solidement fixé à la boîte de vitesses.

Le refroidissement est assuré par une pompe à grand débit et un radiateur placé à l'avant du véhicule et muni d'un ventilateur. Le réservoir à eau est également sous le siège avant et un manomètre contrôle constamment le fonctionnement de la pompe.

Un graisseur mécanique, commandé par le moteur, distribue l'huile dans une rampe à débits visibles. La lubrification des paliers du moteur, de la boîte de vitesses et du différentiel est automatique.

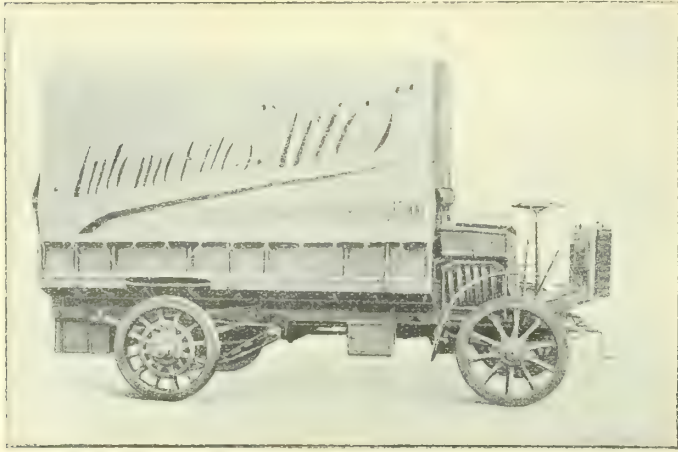


FIG. 14. — Camion de la Société des Automobiles Ariès.

Le châssis, sans carrosserie et à vide, pèse environ 1200 kilogr. dont 700 sur l'essieu avant, et le camion de 3 tonnes avec sa carrosserie ne pèse à vide et en ordre de marche complet (eau, essence, huile, outils et pièces de rechange) que 1 600 kilogrammes.

Ce véhicule, ainsi que les fourgons militaires, ont pris part au Concours avec des bandages en fer et peuvent fournir une vitesse de 16 à 18 kilom. en palier et une vitesse moyenne de 12 à 15 kilom. sous charge. L'omnibus, par contre, est muni de bandages caoutchouc plein à l'avant, les roues arrière étant cerclées en fer. Sa vitesse maximum est de 27 à 30 kilom. à l'heure, avec une vitesse moyenne de 18 à 20 kilomètres.

La carrosserie du camion se compose d'une plate-forme à claire-voie, avec ridelles, cerceaux et bâche. Celle des fourgons militaires est du modèle des fourgons de l'Intendance. Celle de l'omnibus comprend une plate-forme placée derrière le siège du conducteur, avec une porte d'entrée à droite, et fermée complètement à gauche. De cette plate-forme, par une porte à glissière, on accède à l'intérieur de la voiture. La caisse proprement dite comporte deux banquettes offrant 10 places. Avec les 5 places de la plate-forme et celle du siège avant à côté du mécanicien, la voiture peut donc transporter 15 ou 16 voyageurs. Une

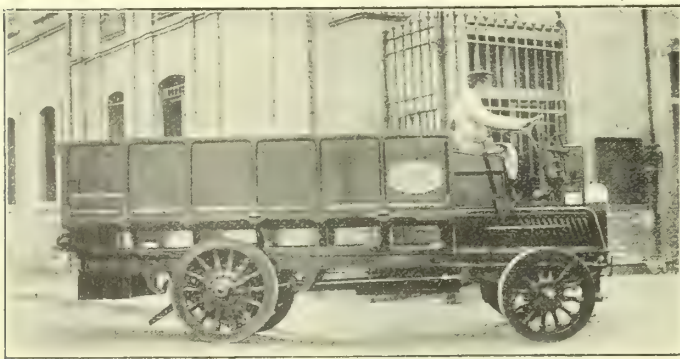


FIG. 15. — Camion de la Société des Automobiles Brillié.

galerie au-dessus de la caisse permet en outre d'emporter 400 à 500 kilogr. de bagages. Ces omnibus (fig. 13) font le service de la Société des Transports automobiles de Touraine.

OMNIBUS ET CAMION DE LA SOCIÉTÉ DES AUTOMOBILES BRILLIÉ. — Les châssis de ces deux véhicules sont identiques (sauf leur différence dans l'empattement: 2^m 80 pour le camion, 3^m 30 pour l'omnibus). Le premier (fig. 15) est destiné à porter 5 tonnes; le second reçoit une carrosserie de 30 places (fig. 16).

Le moteur, de 18-24 chevaux, est à quatre cylindres de 100 × 150 millimètres; toutes les soupapes sont disposées du même côté de ce moteur, l'autre côté étant occupé par les accessoires: magnéto, etc. Chaque bielle barbote dans un compartiment séparé du carter.

Le carburateur est à gicleur avec soupape automatique de rentrée d'air. Il fait corps avec le collecteur d'échappement des cylindres, de façon que la pulvérisation du combustible (dans le cas de l'alcool en particulier) se fasse dans une enceinte à haute température. L'allumage se fait par accumulateur et bobine, avec commutateur quadruple sur le circuit secondaire.

Le réservoir d'essence contient 65 litres. Le réservoir d'eau et le radiateur ventilé sont disposés à l'avant du châssis. Celui-ci, entière-



FIG. 16. — Omnibus de la Société des Automobiles Brillié.

ment en acier profilé, porte le moteur au-dessous du plancher du conducteur. L'embrayage est à cône renversé. Il y a trois vitesses, dont une en prise directe; la transmission se fait par arbre à cardan et engrenages dont la disposition permet de modifier facilement la démultiplication.

Les roues arrière portent des freins à enroulement sur tambours; sur le différentiel est monté un frein à mâchoires. Le camion est monté sur bandages en fer; l'omnibus, destiné aux essais de la Compagnie Générale des Omnibus de Paris, a des bandages en caoutchouc et ceux des roues arrière sont jumelés.

Une des caractéristiques des moteurs Brillié est de marcher également bien avec les divers carburants. Dans sa séance du 29 août, l'Automobile-Club a décidé d'attribuer à la Société Brillié la médaille d'or mise à sa disposition par le Ministre de l'Agriculture pour les moteurs marchant à l'alcool.

CAMION DELAUGÈRE ET CLAYETTE. — Le camion engagé par la maison Delaugère et Clayette (fig. 17) est muni d'un moteur de 16 chevaux, à quatre cylindres de 0^m 095 × 0^m 130, tournant à 1 000 tours. L'allu-



FIG. 17. — Camion Delaugère et Clayette.

mage se fait par accumulateurs. Il y a quatre vitesses et une marche arrière. Les organes du moteur et de la transmission sont montés sur un faux châssis qui les solidarise et ajoute à la rigidité de l'ensemble. Les bandages, en fer, sont montés à froid sur les roues en bois. L'empattement est de 2^m 60.

La charge utile de ce véhicule, qui peut atteindre et même dépasser 4 000 kilogr., est répartie sur une surface de 1^m 60 × 3^m 15. La vitesse moyenne de marche, sur le parcours du circuit, a été sensiblement de 12 kilom. à l'heure.

VÉHICULES DE LA SOCIÉTÉ LORRAINE DES ANCIENS ÉTABLISSEMENTS DE DIETRICH. — La Société de Dietrich avait engagé un camion, quatre omnibus de deux types différents, et un fourgon militaire. Ce der-

TOUR A FILETER DE TRÈS GRANDE PRÉCISION

Fig.1. Elévation longitudinale

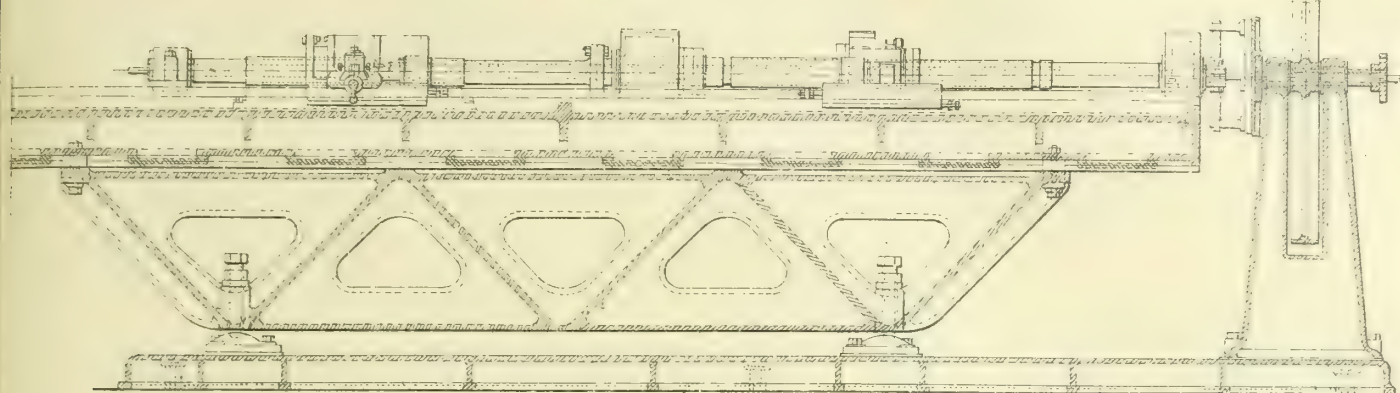


Fig.2. Vue en bout.

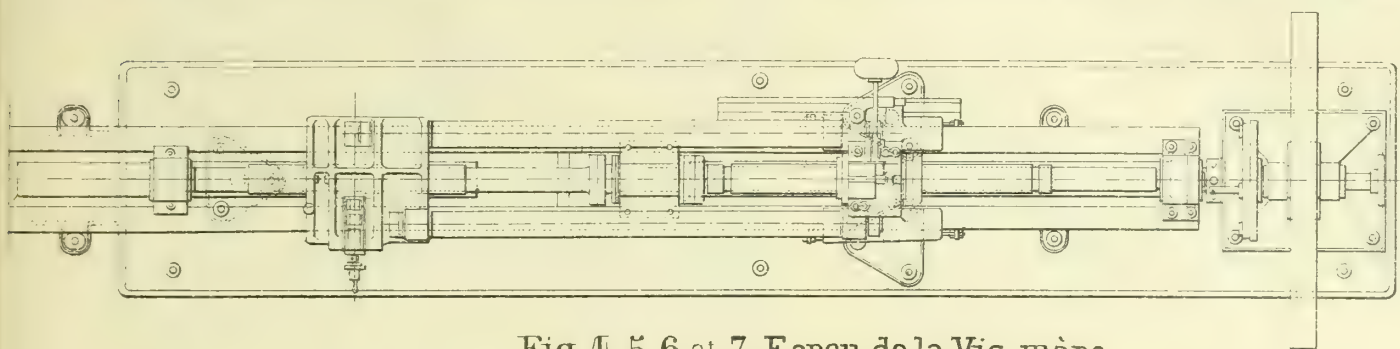
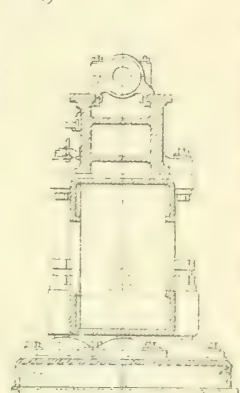


Fig. 3.

Wie en plan

Fig. 4, 5, 6 et 7. Ecrou de la Vis-mère

Fig.4. Vue en bout

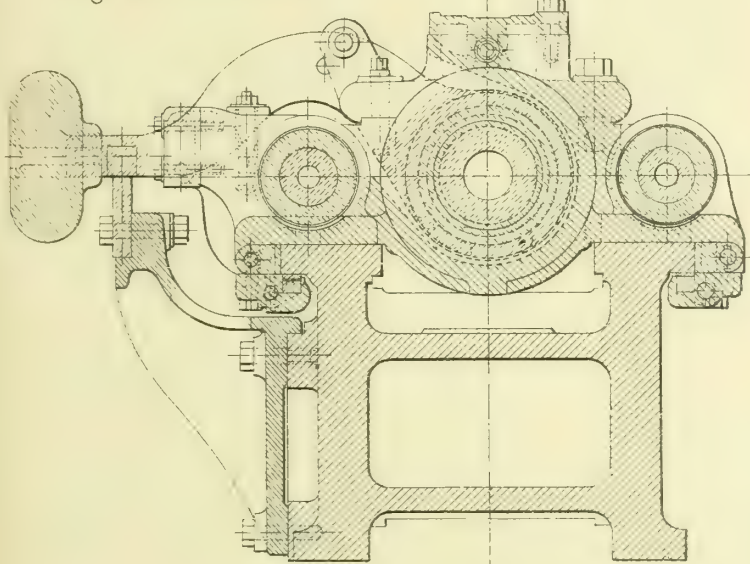


Fig.5. Coupe longitudinale

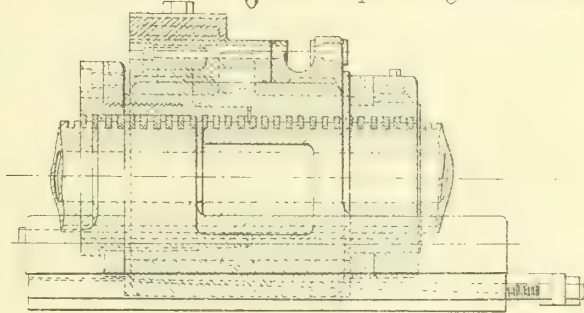


Fig.7. Détail de l'ecrou

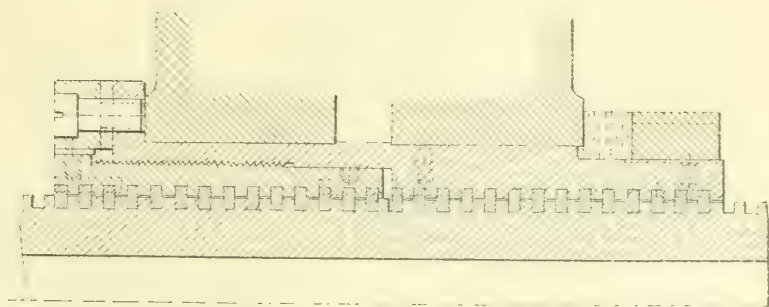


Fig.8. Porte-outil et chariot.
Coupe longitudinale

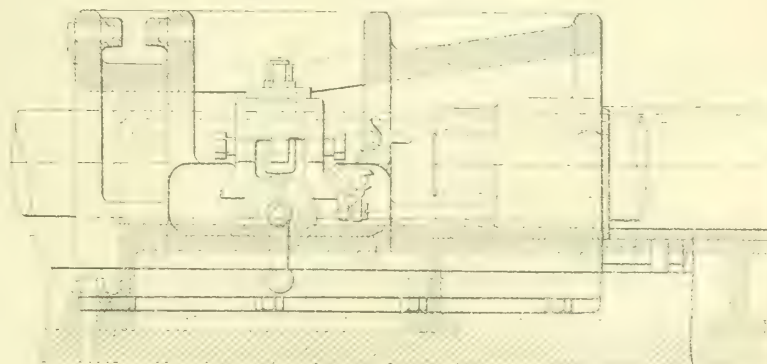
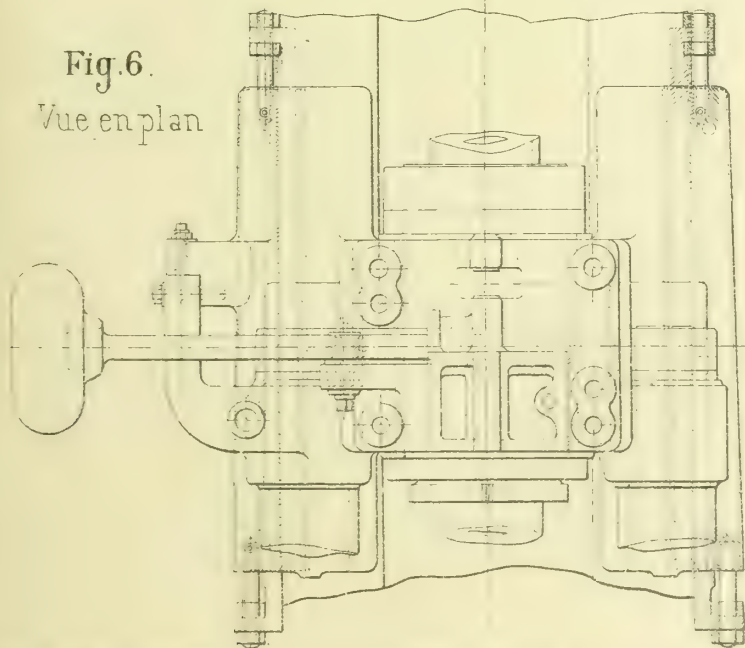


Fig.6.
Vue en plan



nier, qui porte 1 000 kilogr. de charge utile et pèse à vide 2 400 kilogr., possède un moteur à quatre cylindres verticaux, avec allumage par magnéto. Le refroidissement se fait par radiateur à ailettes et pompes de circulation.

La transmission se fait par chaînes; un cercle extérieur en fer réunit tous les rais de chaque roue motrice, au point d'application de l'effort de la chaîne, et les consolide.

Le châssis est en bois armé; l'essieu arrière porte quatre ressorts disposés de telle façon que, pour les faibles charges, deux seulement travaillent, tandis qu'aux fortes charges le châssis, en s'abaissant, vient porter sur les quatre ressorts à la fois.

Observations sur le Concours des fourgons militaires. — Ce n'est qu'après la publication du Rapport de la Commission technique de l'Automobile-Club que l'on pourra bien apprécier les résultats pratiques que ce Concours a fait ressortir. Si l'on se rappelle le grand nombre de points sur lesquels portait l'examen des véhicules, on com-

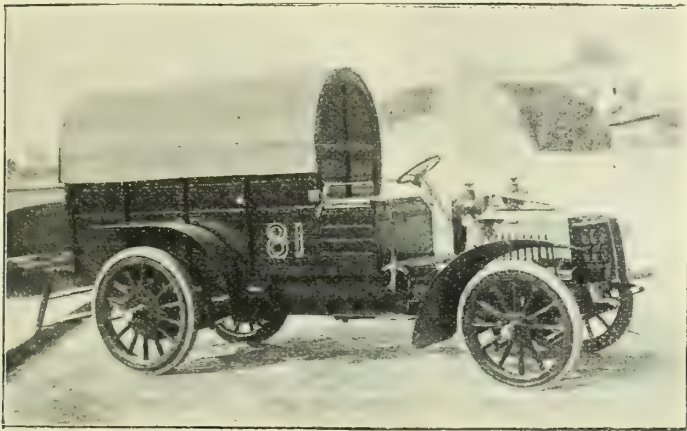


FIG. 18. — Fourgon de la Société des Automobiles de Dietrich.

prendra que l'élaboration de ce rapport soit assez longue. Il paraît qu'il ne sera probablement pas publié avant le mois de novembre.

Toutefois, le Concours des fourgons militaires automobiles donne lieu, dès maintenant, à quelques observations intéressantes.

Tout d'abord, trois de ces véhicules ont été primés et achetés par le Ministère de la Guerre: ce sont les fourgons Delahaye, de Dion-Bouton et Gillet-Forest.

Les voitures primées — ou plutôt deux d'entre elles: les fourgons Delahaye et Gillet-Forest — s'éloignent beaucoup du type universellement admis à l'heure actuelle pour les voitures de luxe. C'est un résultat dont il importe de tenir compte: on ne fabrique pas une voiture de service en mettant simplement une carrosserie bon marché sur un châssis destiné à une voiture de promenade; il faut faire une étude d'ensemble.

Dans cet ordre d'idées, il importe de remarquer que la voiture Gillet-Forest est, à la fois, la plus légère et celle qui a le meilleur rendement (50 % environ). C'est peut-être celle qui répond le mieux aux besoins envisagés; avec un moteur de puissance modérée, elle a une vitesse satisfaisante et monte bien les rampes; de plus sa légèreté lui permet de passer dans des terrains et sur des routes où des voitures plus lourdes, mais ne transportant que le même poids utile, risquent de rester en panne. Si, à l'usage, sa résistance se montre suffisante, comme les essais antérieurs permettent de l'espérer, elle constituera un très bon type de voiture de campagne.

Sa légèreté relative présente, du reste, un avantage spécial, celui de ménager les bandages qui sont le point faible de ce genre de voitures.

Enfin, le moteur fonctionne très convenablement à l'alcool.

Par contre, la même voiture offre un inconvénient assez sérieux: elle a deux freins identiques, tous deux sur les couronnes des roues, ce qui est une solution défectueuse d'autant plus que l'absence de joues à l'un des jeux de couronnes peut entraver le fonctionnement de l'un des freins.

Bandages. — Les bandages des fourgons militaires se sont bien comportés d'une façon générale, mais cela tient peut-être à ce que beaucoup d'entre eux étaient de dimensions exagérées. Signalons, par exemple, un fourgon dont le train arrière était muni de bandages Torrilhon jumeaux, bandages excellents, du reste, et ayant donné les meilleurs résultats, mais qui auraient été capables de porter un omnibus de 6 tonnes.

Une des voitures, le fourgon de Dion, possédait à l'avant des pneumatiques. Nous croyons que les membres de la Commission ont été loin d'être d'accord sur l'opportunité qu'il y avait à employer des bandages de cette espèce.

Quant aux fourgons Ariès, ils avaient leurs quatre roues ferrées. C'était là une tentative des plus intéressantes, en raison du prix élevé et des inconvénients des bandages en caoutchouc. Malheureusement, cette tentative ne pouvait être concluante en raison du peu de longueur du parcours. Notons, toutefois, que l'emploi des bandages en fer n'a pas paru tout à fait inoffensif pour le mécanisme et que les roues commençaient à présenter des traces de fatigue.

Vitesse moyenne. — La vitesse moyenne, qui a atteint fréquemment 20 à 25 kilom., était tout à fait exagérée et ne correspondait en aucune façon aux besoins de l'armée. Une vitesse de 15 kilom. serait largement suffisante.

En résumé, le Concours a été fort intéressant; il l'aurait été beaucoup plus et aurait donné des conclusions beaucoup plus fermes si, par une déférence excessive pour les vœux de l'Automobile-Club et

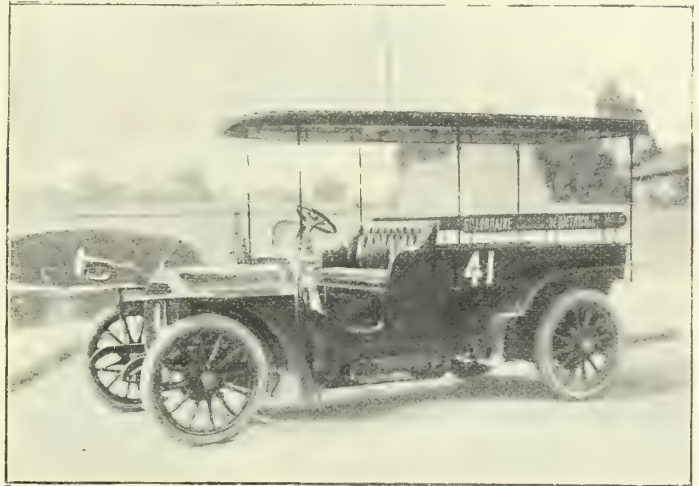


FIG. 19. — Break de la Société des Automobiles de Dietrich.

des constructeurs, l'autorité militaire n'avait pas cru devoir adopter un parcours beaucoup trop restreint et trop facile, et limiter à un chiffre singulièrement faible (1 200 kilogr.) la charge utile des véhicules.

Avec un parcours difficile de 3 000 ou 4 000 kilom. sans limitation de la charge utile, le poids de la voiture en charge restant seul limité, les conclusions tirées de l'épreuve eussent été beaucoup plus nettes et beaucoup plus instructives, tandis qu'à l'heure actuelle l'Intendance militaire ne peut espérer être définitivement fixée que quand les trois fourgons Delahaye, de Dion-Bouton et Gillet-Forest auront roulé pendant quelques mois dans les différentes places militaires.

Ch. DANTIN.

MÉCANIQUE

TOUR A FILETER DE TRÈS GRANDE PRÉCISION

(Planche XX.)

Dans tous les ateliers de constructions mécaniques, la tendance est aujourd'hui de travailler les pièces de machines avec assez de précision pour qu'elles soient interchangeables.

La réalisation de cette précision n'offre, d'ailleurs, pas de difficultés spéciales pour la plupart des pièces, du moins tant que les surfaces à travailler sont planes, cylindriques, coniques ou même sphériques, mais il n'en est plus de même si elles sont hélicoïdales, et les difficultés deviennent plus grandes encore s'il s'agit de fabriquer les grosses vis ou les grosses pièces filetées du matériel des artilleries de mer et de terre. C'est surtout pour ce matériel que l'interchangeabilité est le plus à désirer.

Pour tourner un filet sur une pièce cylindrique, on est, en effet, obligé de se servir d'un tour dont le chariot est avancé, pendant la rotation de la pièce travaillée, au moyen de la vis-mère, de sorte que si cette vis-mère n'est pas elle-même d'une précision absolue ou si elle présente des traces d'usure appréciables, tous les défauts de son filetage se retrouvent dans la vis nouvellement confectionnée. Ces défauts ne sont guère sensibles, il est vrai, lorsqu'on fait des petites vis, à pas très court, car alors ils sont réduits dans le rapport du pas de la vis-mère à celui de la vis obtenue; mais ils deviennent, au contraire, très apparents dans les grosses pièces filetées à pas plus grand que celui de la vis-mère; les tours de précision sont donc rapidement mis hors d'état de fileter les grosses pièces avec la précision exigée pour les rendre interchangeables.

En 1900, une Commission a été créée en Angleterre, par le Gouvernement, pour étudier cette question, déterminer la tolérance admissible pour ce genre de pièces et prendre les mesures nécessaires en vue de fabriquer les vis-mères nécessaires aux industriels pour obtenir la précision requise. Elle fixa la limite de l'erreur tolérée sur la longueur de la vis-mère à $\frac{1}{120\,000}$ de cette longueur, ce qui correspond, à peu près, à une tolérance de $\frac{1}{12\,000}$ sur les dimensions des pièces ordinaires des machines qu'on pourrait obtenir avec elles à l'atelier (1). Pour obtenir ces résultats, une précision de $\frac{1}{600\,000}$ dut être réalisée dans les appareils de vérification des vis-mères. C'est le tour spécial permettant de tourner ces vis-mères pour tours à fileter que nous allons décrire, d'après l'*Engineering*, du 4 août.

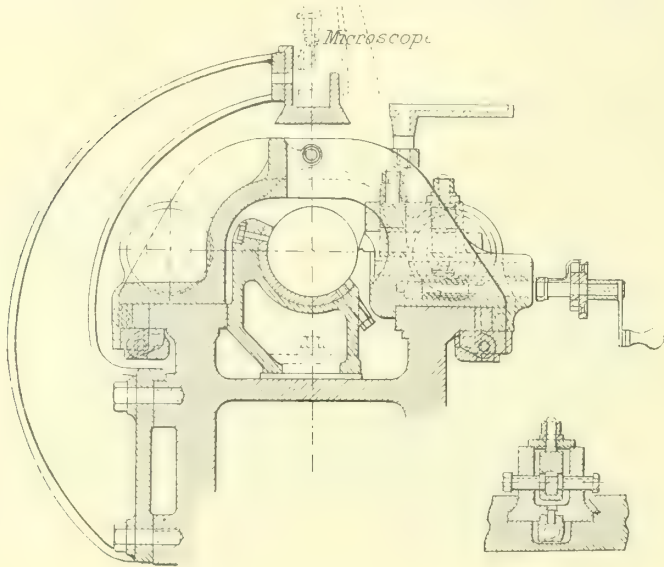


FIG. 1 et 2. — Coupes transversales du chariot porte-outil.

Description. — Cette machine a été construite dans les ateliers des Établissements Armstrong, Withworth et Co, et ne doit servir qu'au finissage des arbres filetés, ceux-ci ayant déjà été dégrossis et leurs filets ayant été travaillés au préalable sur un tour de précision de construction courante. La vis-mère a été tournée sur le meilleur tour de ces ateliers, au moyen d'une autre vis-mère spécialement construite à cet effet. Elle est en acier contenant 0,44 % de carbone, ayant une limite d'élasticité de 30 kilogr. par millimètre carré, et une charge de rupture de 50 kg 7, avec un allongement de 34 %. Sa longueur est de 1270 millimètres, son diamètre de 113 millimètres et elle peut servir à tourner, avec un écrou de 356 millimètres de longueur, des vis de 914 millimètres de longueur totale.

Le banc de ce tour est en deux pièces; les glissières sont constituées par une seule poutre en caisson en fonte, parfaitement dressée sur

réunie solidairement par un manchon, de telle sorte que les axes de ces deux pièces sont dans le prolongement l'un de l'autre. Ce montage supprime tous les engrenages intermédiaires des tours ordinaires et toutes les causes d'erreur dues à cette transmission. La vis-mère est, en outre, soutenue par un chariot, au point où elle travaille. Elle porte un filet carré de 6 millimètres de côté dans le plan de l'axe et ayant 12 millimètres de pas.

Le long de cette vis-mère se déplace un écrou, porté par le chariot de la vis, qui est relié lui-même rigidement au chariot porte-outil par des barres creuses à circulation d'eau; la vis entraîne donc ce porte-outil sans aucun intermédiaire exposé à l'usure.

L'écrou d'entraînement du chariot est d'une construction particulière. On sait que pour qu'une vis en acier fonctionne régulièrement dans son écrou, il faut que ce dernier soit construit avec un métal plus doux, en bronze par exemple; mais ce dernier métal ayant un coefficient de dilatation très différent de celui de l'acier, son emploi peut devenir une cause d'inexactitude, en raison du jeu produit par la différence des dilatations. Pour éviter ce défaut du bronze tout en conservant les avantages résultant de son emploi, on a construit cet écrou de la façon suivante :

On a pris un cylindre plein en bronze de diamètre convenable et on a tourné sur sa surface extérieure un filet de vis carré de dimensions correspondantes à celles du filet de la vis-mère, mais beaucoup plus profond. Cette opération peut d'ailleurs se faire avec beaucoup plus de précision que le filetage intérieur d'un cylindre creux.

On construisit, d'autre part, un écrou en acier, fileté intérieurement et s'ajustant exactement sur cette vis en bronze, sans toutefois remplir plus que sur une moitié environ de leur hauteur, les intervalles entre les filets de cette vis. Les deux pièces furent ensuite vissées l'une sur l'autre et le tout monté sur une machine à aléser qui enleva tout le noyau central de la vis, en ne laissant que le filet en bronze encastré dans l'écrou en acier et faisant saillie à son intérieur. Cet écrou, dont, en définitive, le corps est constitué par de l'acier ayant les mêmes propriétés physiques que celui de la vis, tandis que ses surfaces travaillantes sont en bronze, fut enfin ajusté au diamètre exact et rectifié.

Nous avons dit que cet écrou était monté sur un chariot : il n'est toutefois pas fixé rigidement sur lui. Cette liaison est obtenue par l'intermédiaire de paliers qui lui permettent de tourner autour de son axe. D'autre part, cet écrou est relié à un levier servant à lui imprimer des mouvements de rotation sur lui-même et qui est terminé par un contrepoids dont la tige glisse, pendant la translation de l'écrou, sur une réglette dite « came de correction » (fig. 4 et 6, pl. XX). La surface portante de cette réglette n'est pas absolument rectiligne; son profil est plus ou moins accidenté et elle doit soulever ou abaisser le levier qu'elle guide, suivant les défauts existant dans le filet de la vis-mère, afin de compenser les petites irrégularités de vitesse d'avancement dues à ces défauts en accélérant ou en retardant cette vitesse, par suite du léger mouvement de rotation qu'elle imprime à l'écrou.

La confection de cette came de correction exige, bien entendu, des soins tout particuliers, mais elle permet d'exécuter avec une vis-mère,

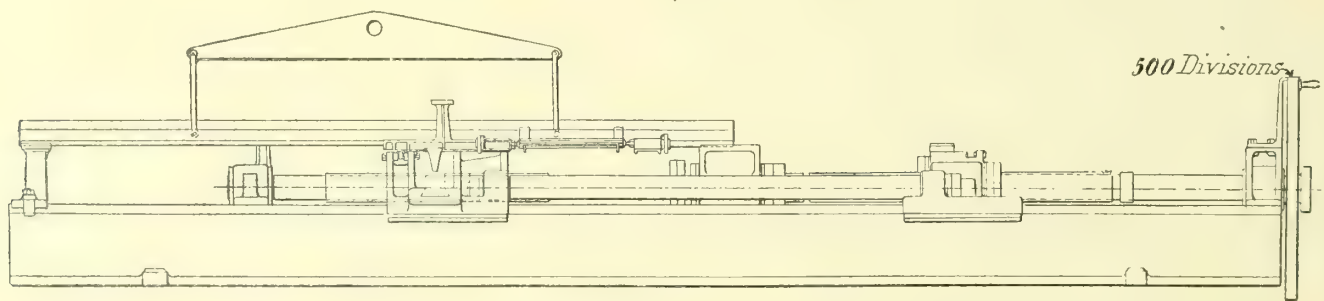


FIG. 3. — Dispositif pour la vérification de la vis-mère.

ses faces travaillantes, et boulonnée sur une autre poutre, également en fonte creuse et pourvue de nervures en V, formant un bâti d'une rigidité absolue et reposant, au moyen de trois vis calantes, sur le socle supportant toute la machine (fig. 1, 2 et 3, pl. XX).

La poupée fixe est totalement indépendante du banc de tour; elle est boulonnée sur le socle général de la machine et constituée par un arbre simple portant un volant; elle entraîne l'arbre du tour, représenté dans ce cas par la vis-mère, au moyen d'un toc spécial.

La vis-mère est guidée dans des paliers à très larges portées et la pièce travaillée est montée à la suite de cette vis, à laquelle elle est

même sensiblement défectueuse, des filetages presque absolument corrects.

Pour éviter le jeu dû à l'usure des filets de l'écrou en bronze, celui-ci a été divisé, et, des deux sections qui le constituent, l'une pénètre dans l'autre tout en laissant un certain jeu entre les deux extrémités de ces pièces se faisant face (fig. 5 et 7, pl. XX), rendant possible, de cette façon, le rattrapage de l'usure des faces travaillantes des filets par rapprochement des deux moitiés de l'écrou.

Le chariot porte-outil (fig. 1 et 2, du texte, et fig. 8, pl. XX) est excessivement rigide dans toutes ses parties et ses dimensions ont été exagérées à dessein pour empêcher toutes les trépidations et les vibrations, les seuls efforts qu'il supporte étant ceux que lui transmet l'outil finisseur qui n'enlève jamais de copeaux de plus d'un dixième de millimètre d'épaisseur. Toutes ses surfaces de guidage, ainsi, du reste, que

(1) L'expérience a montré qu'à l'atelier, avec de semblables vis-mères, on pouvait obtenir une précision bien plus grande; de même ces vis-mères pourraient être encore améliorées; mais ce sont là des résultats exceptionnels qui seraient atteints difficilement d'une façon courante dans la pratique, et sur lesquels il serait illusoire de compter.

celles du chariot de l'écrou, sont à rattrapage de jeu. L'outil est fixé dans le porte-outil au moyen de boulons de serrage et de manière que son arête coupante soit dirigée vers le bas et qu'elle se trouve toujours en face d'une section de la vis soutenue par un demi-collier du chariot. Cet outil une fois ajusté latéralement ne doit, d'ailleurs, pas être touché pendant toute l'opération.

La figure 3 montre le dispositif employé pour vérifier à chaque instant la régularité de la vis. Il consiste en un chariot mobile le long d'une barre fixée au banc de tour et entraîné, soit par la vis-mère, soit par un index logé dans l'intervalle des filets de la vis en

de la barre. Les deux microscopes micrométriques M sont fixés à des supports G scellés contre un mur.

La figure 6 montre un microscope fixé au porte-outil de la machine et servant à vérifier la régularité de son mouvement d'avancement.

Quant à la vis tournée, sa régularité est contrôlée par une sonnerie électrique dont le circuit est fermé tant que l'index, qui reste en contact avec le filet aussi longtemps que ce dernier est correct, s'y trouve effectivement.

En ce qui concerne la précision de cette machine, on a constaté, sur

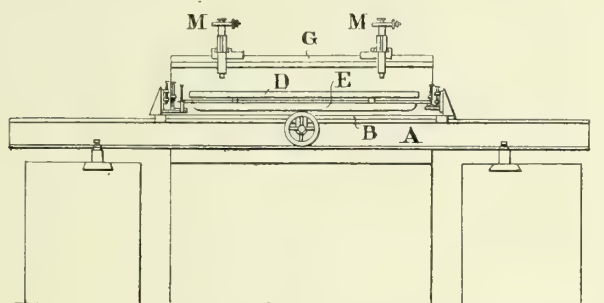


Fig. 4 et 5. — Disposition des microscopes pour la vérification des règles.

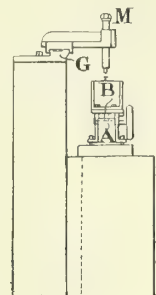


Fig. 6. — Montage du microscope pour la vérification de l'avancement du chariot.

travail, et portant des microscopes micrométriques qui se déplacent au-dessus de règles en platine iridiée, très exactement divisées et étalonnées. De plus ce dispositif est complété par des vis micrométriques fixées sur des butées du banc de tour et permettant de vérifier à chaque instant la longueur dont le chariot s'est déplacé latéralement. C'est à l'aide de ces appareils, disposés, à cet effet, au-dessus de la vis-mère, que furent faites toutes les vérifications et aussi les mesures qui ont servi à exécuter la came de correction mentionnée plus haut.

Les figures 4 et 5 donnent la disposition des appareils ayant servi à calibrer les règles employées : A est un banc fixe, avec guides prismatiques, sur lesquels circule le chariot B, actionné par pignon et crémaillère. La règle à vérifier D est maintenue sous deux rouleaux

une vis creuse et refroidie intérieurement par un courant d'eau, exécutée avec ce tour, que les erreurs ne dépassaient pas 5 millièmes de millimètre pour toute la longueur de la vis, sans même employer la came de correction, et que pour cette même longueur, le déplacement du chariot est exact à 2 millièmes de millimètre près. Lorsque la came de correction est en fonction, les erreurs de lecture ne dépassent jamais 2,5 millièmes de millimètre.

Ce tour, monté au Laboratoire National de physique de Londres, doit servir à fournir aux industriels, à un prix modéré, toutes les vis-mères qui leur seront nécessaires pour les tours de grande précision de leurs ateliers.

F. HOFER,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

TRAVAUX PUBLICS

LA FONDATION DES OUVRAGES EN TERRAINS VASEUX

Un des problèmes les plus délicats de l'art de l'Ingénieur est, certainement, le choix d'une méthode de fondation absolument satisfaisante lorsqu'il s'agit d'asseoir un ouvrage sur un terrain vaseux.

Encore faut-il distinguer, suivant que la couche de vase a une épaisseur limitée et s'appuie elle-même sur une couche consistante, ou que la profondeur du terrain vaseux est tellement grande qu'on la peut considérer comme indéfinie.

Dans le premier cas, il est relativement facile d'atteindre le bon sol, au moyen de pilotis ou de piliers isolés, construits par havage sur rouets descendants. Mais ces procédés deviennent extrêmement coûteux, dès que la profondeur dépasse 8 à 10 mètres, pour des ouvrages lourds et occupant de vastes surfaces, comme il s'en rencontre très souvent dans les travaux publics. Au point de vue économique, la méthode imaginée par l'Ingénieur des Ponts et Chaussées Croizette-Desnoyers, consistant à comprimer le sol sous un remblai considérable de bonne terre, peut également donner de bons résultats dans des cas particuliers et lorsque la nature de l'ouvrage s'y prête.

Si la vase s'étend sur plus de 20 mètres de profondeur, le sol peut être considéré, pratiquement, comme indéfiniment compressible, et les moyens dont on dispose sont extrêmement limités. S'il s'agit d'un bâtiment léger, on pourrait, à la rigueur, l'établir sur une vaste carène en béton armé, calculée de telle sorte que les poids, de la construction d'une part et du déblai de l'autre, fussent équivalents; encore serait-on difficilement assuré contre les inégalités de tassement.

La méthode la plus généralement appliquée consiste à consolider le sol en le lardant de pieux relativement courts qui, non seulement donnent au terrain une plus grande consistance, mais contribuent d'ailleurs eux-mêmes à porter la charge, par la résistance au frottement provoquée sur leur surface extérieure. Toutefois, on n'obtient ainsi qu'une amélioration à l'inconsistance première, amélioration qui ne permet pas d'accroître indéfiniment la résistance, et par conséquent la charge qu'un pareil terrain est susceptible de supporter.

Il est donc intéressant d'étudier tous les résultats d'expériences faites sur des fondations sur des sols vaseux, et c'est ce qui nous incite à relater les recherches effectuées récemment à ce sujet en Cochinchine. Il s'agissait, il est vrai, de fixer les procédés d'implantation d'ouvrages de fortification, mais les observations auxquelles ce problème particulier a donné lieu sont d'ordre général, et intéressent au premier chef le constructeur de travaux publics.

Ce n'est pas d'aujourd'hui qu'on a reconnu la nécessité de défendre les accès du port de Saïgon; mais la nature du sol qui forme le delta du fleuve et les rivages de la mer rend fort difficile l'établissement d'ouvrages fortifiés nécessairement très lourds, alors même qu'on réduit au minimum leur relief, non seulement par suite de la charge résultant des remblais indispensables, mais par celle des abris bétonnés et de l'armement qui comprend principalement des pièces de 240 millimètres, pesant 20 tonnes, sur affûts de 33 tonnes.

Le terrain est, en effet, formé, sur des épaisseurs atteignant souvent plus de 20 mètres, par une vase très molle et fluide, que recouvre une croûte peu épaisse — 3 à 5 mètres, en général — de vase argileuse demi-consistante et plastique, sur laquelle poussent les palétuviers du rivage.

Il est possible, il est vrai, et on a essayé de consolider ce sol par compression latérale, en y enfonçant, à raison de vingt-cinq par mètre carré, des bambous de 8 centimètres de diamètre et 3 mètres de longueur appelés *caïcongs* qui, en l'absence de bois de construction en quantité notable, constituent des pilots économiques; ce procédé suffit pour la construction de bâtiments ordinaires en maçonnerie. Il n'en serait plus de même pour des batteries susceptibles d'exercer sur leur assiette des pressions atteignant communément 15 tonnes par mètre carré.

Préoccupé de cette grosse difficulté technique, le service du Génie avait institué, dès 1880, des expériences ayant pour but de déterminer la résistance du sol, dans les différents emplacements désignés, *a priori*, pour recevoir des ouvrages de défense. Après le passage du service à l'artillerie de marine, les expériences d'abord abandonnées furent reprises en 1885, et se prolongèrent jusqu'en 1901, sans qu'on fût parvenu toutefois à déterminer un système de construction donnant toute garantie de stabilité.

Ces expériences portèrent principalement sur l'emploi de véritables

pilotis reliés par une table en béton servant à asseoir l'ouvrage. Or, le battage des pieux, aussitôt que leur longueur dépasse 13 mètres, n'a donné que des résultats illusoires. C'est ainsi que le rapport rendant compte des opérations prescrites en juin 1900 signale les faits suivants, obtenus avec des pilotes de 13 mètres de longueur et de 30 centimètres de diamètre, battus au moyen d'une sonnette à déclic, mouton de 500 kilogr., hauteur de chute 3^m 60.

Sur quatre pieux en bois de *sao* (1), dûment frettés et sabotés, trois se sont complètement fendus pour des profondeurs comprises entre 10^m 30 et 13^m 50, alors que l'enfoncement était encore de 8 à 10 centimètres pour une volée de dix coups. Le quatrième seul avait un refus relatif de 3 centimètres lorsque, enfoncé à 15 mètres, il s'est fendu légèrement.

Deux pilotes en bois de *yao* se sont rompus à des profondeurs de 10 à 12^m 37 sans avoir atteint le refus absolu.

Un troisième pilot de même matière, mais de 41 centimètres de diamètre, fut descendu à 14^m 20, mais le refus était encore de 4 centimètres. Il convient de remarquer, du reste, que les bois de cette dimension sont rares dans la région et qu'il serait difficile de se procurer les 4 000 à 5 000 pieux nécessaires pour l'établissement d'une seule batterie.

Sur ces entrefaites, la question de la mise en état de défense de la Cochinchine étant entrée dans une phase plus active, le 1^{er} novembre 1901, il fut créé, à Saigon, une Direction des travaux militaires, composée d'officiers du Génie et à la tête de laquelle fut placé le colonel Petitbon qui résume ses travaux dans la *Revue du Génie*, du mois de juillet dernier.

Les études de ces officiers ont porté, tout d'abord, sur les travaux antérieurs exécutés par des Chinois ou des entrepreneurs européens, dans des conditions comparables de charges, et elles ont été complétées par des expériences directes suffisamment rigoureuses pour qu'on en puisse tirer des conclusions assez précises.

Parmi les constructions existantes susceptibles de fournir des enseignements utiles, il y en a trois particulièrement intéressantes.

La rizerie Ban Soon, sur le quai de Mytho, à Cholon, est établie sur un mauvais terrain constitué par plus de 20 mètres de vase. Le bâtiment principal occupe un rectangle de 24^m 40 sur 15^m 50, et est élevé de trois étages sur rez-de-chaussée, le tout fortement chargé par les machines et les approvisionnements emmagasinés. Les murs reposent sur une semelle de 2^m 13 de largeur et 0^m 805 d'épaisseur en béton, coiffant la tête de deux files de pilotes de 30 centimètres de diamètre et 10 mètres de longueur, espacés de 805 millimètres d'axe en axe. Le bâtiment ne comporte aucun mur de refend, les planchers étant soutenus dans l'intervalle par des colonnes fondées sur des massifs de maçonnerie de 1^m 06 de côté portant sur une couche de béton de 50 centimètres d'épaisseur.

La charge supportée par chaque série transversale de deux pilotes occupant un rectangle de 2^m 13 × 0^m 80, soit 1^m 704, est d'environ 24 446 kilogr., soit, par mètre carré de fondation, une charge moyenne de 14^t 2, comparable à celle d'un ouvrage fortifié.

La section d'un pilot étant de 706 centimètres carrés et son périmètre de 94 centimètres, sous une charge individuelle de 12^t 2, on a 17^{kg} 28 par centimètre carré de section et un frottement de 1 349 kilogr. par mètre carré de surface latérale. Ce frottement dépasse notablement la limite de 800 kilogr. admise par les Hollandais pour le frottement d'un pilot battu à un refus de 2 à 3 centimètres; mais il y aurait lieu, sans doute, de tenir compte de la partie de la charge transmise directement par la semelle de ciment à la croûte superficielle, qui, bien consolidée, d'ailleurs, par la compression latérale résultant du pilotage, est susceptible de résister à une charge de 6 tonnes par mètre carré, soit 10 226 tonnes pour 1 704 mètres carrés de surface.

Les réservoirs à pétrole de Nha-Be (maison Speidel) offrent un exemple également topique. Cet ouvrage devait reposer sur un radier de sable de 1^m 20 d'épaisseur, maintenu latéralement dans un encoffrement maçonné. Il pesait 140 tonnes réparties sur une surface de 452 mètres carrés.

Le réservoir étant chargé de 1 200 mètres cubes d'eau (0^{kg} 296 par centimètre carré), l'enfoncement fut de 40 centimètres. Quelques jours après, la charge portée à 2^t 5 (0^{kg} 584 par centimètre carré) déterminait un enfoncement de 2 mètres. Enfin, à 0^{kg} 738 par centimètre carré, le tassement total s'éleva à 2^m 70; le mur d'enceinte fut disloqué et un bourrelet de vase se forma au pourtour, la croûte superficielle s'étant crevée dès que la charge eut dépassé 6 tonnes par mètre carré.

Enfin, on peut encore signaler la cheminée de 27 mètres de hauteur de l'usine à glace de Saigon, qui repose sur une couche de béton de 1^m 50 d'épaisseur et de (6 × 6 mètres) 36 mètres carrés de superficie, enfoncée à 3^m 60 en contre-bas du sol. Cette couche de béton repose

elle-même sur 105 pieux en *viap*, de 25 centimètres de diamètre moyen et de 10 mètres de longueur, n'atteignant pas le terrain solide. Le poids total était de 408 tonnes, soit 11^t 3 par mètre carré de fondation, ou 495 kilogr. par mètre carré de surface frottante pour chaque pieu, en admettant que toute la charge est transmise aux pilotis.

De ces diverses observations, on a tiré les conclusions suivantes :

1^o Il est dangereux de masser, sans consolidation préalable du sol naturel, des remblais de plus de 2 mètres de hauteur, donnant 3^t 6 par mètre carré ;

2^o On peut, sur sol *caïconné*, avec plate-forme bétonnée, pousser la charge totale jusqu'à 4^t 5 et 6 tonnes (maximum extrême) ;

3^o En remplaçant les *caïcongs* par des pilotes de 25 à 30 centimètres de diamètre et de 10 mètres de longueur, à tête encastrée dans une table en béton, on a pu porter la charge totale par mètre carré, de 11^t 3 (usine à glace) à 14^t 2 (rizerie de Cholon), en admettant le concours du frottement latéral des pilotes jusqu'à 800 kilogr. par mètre carré de surface frottante ;

4^o Pour des charges plus fortes, il faut reporter les pressions sur la couche du terrain solide, soit au moyen de pilotis, si cette couche n'est pas trop éloignée, soit, dans le cas contraire, en fondant directement sur le terrain solide au moyen de caissons à l'air comprimé, la limite de profondeur semblant être comprise entre 28 mètres (pont de Binh-Lô) et 32 mètres (pont Doumer, à Hanôï).

Toutefois, la fondation sur pilotis avec table de béton ou sur piliers de maçonnerie foncés à l'air comprimé ne laisse pas d'entraîner une dépense considérable que les devis estimatifs permettent d'évaluer, pour un élément de batterie (canon de 240 millimètres) par exemple (traverse et plate-forme), à 176 000 francs, dans le premier cas, et à 156 000 francs, dans le second.

On s'est demandé alors s'il ne serait pas plus économique et plus pratique d'obtenir la résistance nécessaire du sol en le chargeant simplement au moyen d'un remblai de sable dont Croizette-Desnoyers avait donné des exemples en construisant des voies ferrées dans les terrains vaseux de la Bretagne (1).

Les conclusions de cet éminent Ingénieur étaient que :

1^o Dans la vase ou tourbe compacte, le remblai inférieur prend la section d'un trapèze renversé (la petite base en bas) et ne descend pas, en général, à une très grande profondeur ;

2^o Dans la vase ou la tourbe de moyenne consistance, il descend presque verticalement à une profondeur sensiblement égale pour toute la base du remblai, et cette profondeur est considérable, sans toutefois aller, en général, jusqu'au terrain solide ;

3^o Enfin, dans une vase ou tourbe très molle, le remblai descend jusqu'au terrain solide et prend des talus extérieurs d'autant plus inclinés que la fluidité est plus grande.

Le cube normal des remblais se trouve augmenté, par suite de la partie qui s'enfonce dans le sol, dans une proportion comprise entre 1 et 2,53. La dépense peut être ainsi à peu près triplée, mais c'est encore le procédé le plus économique.

C'est à un procédé du même genre que la Direction des travaux militaires, en Cochinchine, a donné sa préférence, dans toutes les circonstances où son application est possible, en raison de la nature très fluide de la vase, c'est-à-dire quand le terrain solide se trouve à une dizaine de mètres. L'occasion s'est présentée d'en faire l'expérience pour l'ouvrage du Rach-Cat, où fut posé un massif de sable de 10^m 50 de relief, donnant sur le terrain une pression de 19 tonnes par mètre carré qui dépassait ainsi de 4 tonnes la plus forte des pressions définitives à prévoir après dressement des profils.

Dans les expériences précédentes, la croûte superficielle s'était rompue dès que la charge atteignait 6 à 7 tonnes par mètre carré. Il fallait donc prévoir que la partie noyée du remblai s'enfoncerait dans la vase molle, le mouvement devant s'arrêter, soit lorsque la compression des régions avoisinantes serait suffisante, soit, au pis aller, lorsque le remblai viendrait au contact du terrain solide qui se trouvait à une dizaine de mètres de profondeur.

En admettant qu'on eût enfoui ainsi un cube de sable équivalent à celui du profil extérieur, le prix du mètre carré de fondation devait ressortir à 28 francs, le mètre cube de sable fourni et mis en place étant compté à 4 francs.

Il y a loin de ce prix de revient à celui des deux autres modes de fondation qui sont : de 222 francs pour la fondation sur pilotes, et de 171 francs pour celle sur caissons.

Les propositions du Service des travaux militaires, approuvées par M. Doumer, Gouverneur général, le 11 mars 1902, ne furent pas mises à complète exécution, par suite d'un remaniement du programme des travaux de défense et de la suppression de la Direction des travaux militaires.

« L'occasion fut ainsi perdue, écrit le colonel Petitbon, d'élucider complètement une question intéressante à tant de points de vue. On put cependant observer que le remblai ayant atteint 7 mètres de

(1) Le *sao* et le *yao* sont des bois plus ou moins durs, provenant des plateaux que l'on rencontre au delà du delta, et tout à fait analogues, comme résistance à ceux qui sont employés pour les pilotes dans nos régions.

(4) Voir le mémoire de M. Croizette-Desnoyers, *Annales des Ponts et Chaussées*, 1864.

Lt-Colonel G. ESPITALLIER.

(4) *Gazette des Tribunaux*, numéro du 16 juillet 1905.

rotation dégage les taquets T de leurs logements, ce qui permet d'ouvrir les portes et soulève les boules B qui sont ainsi prêtes à recevoir et à maintenir les battants.

Il est évident qu'on peut, à l'aide d'un léger effort exercé sur le battant pour faire peser la boule sur le petit ressort de la tige L, fermer les portes malgré la présence de l'ascenseur à l'étage correspondant.

De l'emploi du nitrate de soude et du sulfate d'ammoniaque dans la grande culture.

D'intéressantes recherches sur les augmentations de rendement apportées par l'emploi des engrais azotés ont été organisées, depuis

sation de l'azote aussi complète que possible, pour éviter qu'un excès de fumure azotée vint entraver la comparaison des résultats.

Les sels azotés furent, tantôt répandus à la surface en une seule fois, avant ou pendant les semailles, tantôt enfouis, plus tôt encore, plus ou moins profondément dans le sol, enfin, employés avec ou sans addition de chaux.

Les fumures azotées n'étant pas toujours épuisées par les premières récoltes, les quantités de soude apportées par le nitrate peuvent exercer des influences plus ou moins favorables sur les cultures qui suivent; les expériences furent donc répétées pendant plusieurs années, afin de rendre sensibles ces influences secondaires du nitrate sur les rendements.

Les rendements moyens obtenus dans les champs d'expériences de la Hesse ont été consignés dans le tableau suivant :

NATURE DES RÉCOLTES	PRODUCTION par 100 kilogr. de nitrate de soude ou par une quantité correspondante de sulfate d'ammoniaque				NITRATE DE SOUDE = 100 POIDS OBTENUS avec la quantité correspondante de SULFATE D'AMMONIAQUE		UTILISATION " " DE L'AZOTE DES FUMURES		UTILISATION du NITRATE = 100, celle du SULFATE est de :
	NITRATE DE SOUDE		SULFATE D'AMMONIAQUE		Paille ou feuilles	Grain ou racines	Nitrate de soude	Sulfate d'ammoniaque	
	Paille ou feuilles	Grain ou racines	Paille ou feuilles	Grain ou racines					
	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.	kilogr.			
Seigle.	602	370	484	282	80	76	56	41	73
Orge	629	440	509	292	63	66	73	53	70
Avoine	427	313	323	232	76	81	33	44	83
Ble.	368	203	242	86	30	43	"	"	"
Betteraves fourragères	4 279	4 136	2 853	2 497	67	60	69	39	63
Betteraves sucrières.	2 133	2 659	6 370	4 404	58	53	79	45	37
Pommes de terre	"	2 012	"	1 641	"	82	46	35	76

quelques années, dans le Grand-Duché de Hesse, par le professeur Wagner; elles ont porté sur de nombreux champs d'expériences, et ont été conduites par leurs propriétaires.

Ces essais offrent un réel intérêt économique, car les remarquables résultats obtenus avec l'emploi du nitrate de soude et du sulfate d'ammoniaque par les agronomes anglais Lawes et Gilbert, à Rothamsted, peuvent varier, non seulement avec la nature des terres sur lesquelles on expérimente, mais aussi avec les modes d'application, les conditions météorologiques, etc.

Les expériences de la Hesse, au nombre de 127, ont été effectuées sur 1 074 parcelles, d'un are chacune; elles ont porté sur l'orge, le froment, l'avoine, les pommes de terre, les betteraves fourragères et sucrières. On ne se servit, pour ces essais, que des procédés culturaux ordinaires. Les résultats recueillis, centralisés et discutés par M. Wagner, ont été communiqués à la Société d'Agriculture allemande; M. L. Grandeaun en a présenté un résumé dans le *Journal d'Agriculture pratique*, de janvier dernier.

La fumure fondamentale des champs d'essais, acide phosphorique, potasse, chaux, fut dosée de manière à favoriser la végétation, tout en évitant les excès nuisibles. Les fumures azotées (nitrates ou sulfate d'ammoniaque) furent également calculées de manière à rendre l'utili-

Il résulte de ces chiffres que, pour tous les végétaux cultivés, les rendements fournis par le nitrate ont dépassé sensiblement ceux donnés par le sulfate d'ammoniaque. En faisant la moyenne de ces essais, on constate que, par rapport au nitrate pris comme base, et égal à 100, le rendement donné par l'azote ammoniacal n'a guère dépassé 70. Sur 100 d'azote contenu dans les fumures, les récoltes n'ont utilisé que 43 d'azote ammoniacal, contre 62 d'azote nitrique, ce qui revient à dire que, pour 100 parties d'azote du nitrate assimilé, il n'y a eu que 70 parties d'azote ammoniacal fixé par les récoltes.

C'est principalement dans la culture des betteraves sucrières et fourragères que s'est affirmée cette supériorité de l'azote nitrique sur l'azote ammoniacal. Il faut également remarquer la diversité des influences exercées par le mode d'application des engrais azotés, soit dans le sol, soit en couverture.

M. L. Grandeaun estime que ces résultats ne peuvent cependant être généralisés, car il ne faut pas oublier que les relations des deux engrais peuvent être modifiées par de nombreux facteurs. Il ne saurait trop recommander à nos cultivateurs d'instituer et de répéter, pendant plusieurs années, dans leurs propres champs, des essais comparatifs analogues, qui les guideraient utilement dans l'application de leurs fumures.

Extinction des incendies par le procédé Laurent.

Pour éteindre les incendies, on emploie souvent de l'eau tenant en dissolution un gaz non comburant, tel que l'acide carbonique ou l'acide sulfureux, mais ce procédé donne rarement un résultat satisfaisant si la surface à inonder est étendue. L'eau abandonne le gaz trop facilement et celui-ci s'est souvent déjà dégagé, en grande partie, avant que l'eau ne soit arrivée au contact de la surface à éteindre. Le moyen, souvent utilisé, pour éteindre les incendies de liquides plus légers que l'eau, qui consiste à recouvrir les surfaces en feu au moyen de sable ou de terre, outre qu'il nécessite d'avoir à sa disposition le sable ou la terre nécessaires, devient insuffisant s'il est impossible d'approcher assez du feu pour pouvoir jeter exactement ces matières aux endroits convenables.

Le procédé Laurent consiste à projeter sur les surfaces enflammées un liquide qui produit une écume obtenue en faisant dissoudre de l'acide carbonique ou de l'acide sulfureux sous pression dans de l'eau rendue visqueuse par addition d'une matière appropriée. Les gaz, en se dégageant, d'ailleurs assez lentement à cause de la viscosité, transforment l'eau en une masse d'écume très volumineuse qui reste beaucoup plus facilement et beaucoup plus longtemps à la surface des corps en ignition en même temps qu'elle continue à dégager les gaz non comburants; elle ne donne pas lieu au phénomène de caléfaction

et elle est, en outre, moins exposée à s'évaporer rapidement, parce qu'elle est rendue excessivement mauvaise conductrice, par la présence de bulles gazeuses dont le contenu intervient aussi activement pour amortir l'intensité du feu. La forme d'écume permet de recouvrir une surface donnée avec un poids de liquide beaucoup plus faible qu'avec l'eau ordinaire et, en raison de sa faible densité, qui est environ dix fois plus faible que celle de l'eau, lui permet de rester parfaitement à la surface des liquides légers tels que l'alcool, le pétrole et les essences.

Le prix de revient de l'écume n'excéderait pas 6 centimes par seau de 15 litres, quand les matières constitutives sont achetées au détail, mais l'inventeur ne spécifie aucune de ces matières; il admet lui-même que leur nature peut varier à l'infini avec les circonstances locales. Étant donné que ces matières doivent être peu coûteuses, visqueuses et fixes aux hautes températures, il est fort probable que ce sont des silicates, borates ou aluminates alcalins.

Si l'on dispose de cylindres d'acide carbonique ou sulfureux liquéfié, et d'un récipient fermé dans lequel on a mis l'eau et les matières donnant la viscosité, après y avoir envoyé l'acide carbonique, il suffirait, paraît-il, de deux ou trois minutes pour préparer le liquide extincteur en assez grandes quantités: après avoir agité un peu le récipient, on ouvre le robinet et l'écume qui en sort peut être employée immédiatement. Si, au contraire, l'acide sous pression fait

défaut, on ajoute à l'eau, déjà visqueuse, du bicarbonate de soude et un acide; l'écume se forme aussitôt à l'air libre. L'inventeur a, d'ailleurs, construit un seau spécial à compartiments qui facilite cette opération.

Ce mode de préparation donne aussi un moyen simple pour projeter l'écume puisqu'il suffit d'utiliser la pression du gaz lui-même pour la faire arriver au point voulu et sans pompe.

M. Laurent a publié dans les *Zapiski imperatorskago rousskago tekhnicheskago Obchestva*, de mai 1905, un rapport au sujet des essais faits en employant son procédé, spécialement dans le cas des incendies de réservoirs à pétrole. Ces essais ont été faits officiellement à Bakou et aux Établissements Nobel. On a pu éteindre trois fois de suite une surface de pétrole enflammée, couvrant 22^m25 ; trois fois, également, on a éteint un ruisseau de pétrole enflammé au moyen d'un simple arrosoir plein d'écume. Une fosse à pétrole découverte, de 45 mètres carrés, fut également éteinte après avoir été en feu pendant une demi-heure, ce qui l'avait fortement échauffée et avait produit un dégagement intense de vapeurs. Avec des tuyaux amenant l'écume aux points voulus, on a pu également éteindre une surface en feu de 90 mètres carrés de pétrole brut. Enfin, un réservoir en feu, de 10 mètres de diamètre, aménagé spécialement dans ce but, a pu être éteint automatiquement au moyen de l'écume.

C'est là un résultat très satisfaisant, car les incendies de réservoirs de pétrole sont extrêmement difficiles à éteindre par les moyens ordinaires: l'eau qu'on essaierait de projeter à leur surface ne serait d'aucune utilité puisqu'elle irait aussitôt au fond du réservoir, si elle arrivait à sa surface; mais elle n'y arrive même pas, en raison de l'énorme appel d'air provoqué par la combustion du pétrole et qui entraîne le plus souvent cette eau même à l'état de vapeur au fur et à mesure qu'elle retombe.

Pour éteindre un réservoir avec de la terre il faut, avant tout, pouvoir en approcher, ce qui n'est guère possible qu'au début de l'incendie.

Pour faire arriver l'écume sur le réservoir, l'inventeur propose deux moyens: l'un s'applique aux réservoirs ordinaires et consiste à introduire l'écume dans le réservoir par les conduits d'amenée du pétrole et à la laisser simplement remonter à la surface où elle s'étale en interrompant le contact entre l'air et le pétrole; le deuxième procédé ne peut être appliqué qu'avec des réservoirs aménagés à l'avance et munis d'un flotteur, d'un diamètre un peu plus petit que celui du réservoir. Ce flotteur est creux et légèrement plus dense que le pétrole; il reste au fond du réservoir, en temps normal. On place alors sous ce flotteur un récipient fermé contenant l'eau visqueuse et l'acide carbonique ou plus simplement une couche d'eau visqueuse contenant en dissolution du bicarbonate de soude. Dans le premier cas, on dispose extérieurement et à distance un moyen quelconque d'ouvrir le premier de ces récipients; dans le deuxième, on place près du bord supérieur interne du réservoir, un récipient d'acide fermé que les premières flammes feront éclater.

L'ouverture du récipient fermé ou l'arrivée de l'acide donne immédiatement de l'écume, qui remonte à la surface en soulevant le couvercle et en débordant tout autour de celui-ci. La surface du pétrole est donc entièrement à l'abri de l'air et l'extinction se produit; d'autre part, le flotteur empêche l'entraînement de l'écume par l'appel d'air produit. Ce même flotteur qui était déjà employé en Amérique, mais sans écume, n'avait pas donné dans ces conditions de très bons résultats.

Phares électriques pour locomotives.

L'emploi de phares électriques puissants placés à l'avant des locomotives s'est beaucoup développé, depuis quelques années, dans l'Amérique du Nord. On y compte, actuellement, plus de 5 000 locomotives qui en sont munies. Ces appareils ont l'avantage d'éclairer la voie à une très grande distance en avant de la machine, de permettre aux mécaniciens de distinguer les signaux de très loin et d'apercevoir les obstacles assez à temps pour arrêter complètement le convoi avant de les rencontrer. De plus, la présence d'un train sur la voie est signalée à très grande distance, il en résulte un avantage précieux quand la traversée des lignes n'est protégée par aucun obstacle. Le nombre des accidents dus aux traversées tardives des passages à niveau a considérablement diminué; c'est pourquoi certaines Compagnies des Indes et de l'Afrique du Sud, dont les lignes sont établies sans protection, comme celles d'Amérique, ont adopté ce système. La pratique semble sanctionner ces avantages, puisque l'emploi de ces lanternes se généralise.

Un des systèmes les plus nouveaux imaginé par M. Edwards et construit par la Edwards Railway Electric Light Co de Chicago,

est caractérisé par la production d'un pinceau lumineux vertical qui peut être vu de très loin et qui offre une certaine garantie contre les collisions.

Dans ce système, décrit par l'*Engineering News*, du 10 août, et l'*Engineer* du 25 août, la dynamo génératrice est actionnée par une turbine à vapeur horizontale et accouplée directement sur son axe; les paliers de l'arbre commun sont généralement sur le bâti même de la lanterne. Quelquefois, au contraire, les paliers de l'arbre portant la turbine et la dynamo sont fixés sur une portée ménagée en un autre point de la locomotive.

La turbine tourne à 2 000 tours environ à la minute; pour réduire les frottements au minimum, les paliers sont à billes et la lubrification est assurée par un système d'anneaux graisseurs qui plongent dans les réservoirs à huile. A l'une des extrémités de l'arbre est monté un régulateur centrifuge qui agit dès que les écarts atteignent 3 % de la vitesse normale. Le tuyau d'admission est monté sur une des brides du dôme de prise de vapeur de la locomotive; le tuyau d'échappement débouche directement dans la boîte à fumée.

Les paliers de la dynamo sont à billes comme ceux de la turbine; leur graissage se fait également au moyen de bagues folles sur l'arbre. Pour diminuer les variations de vitesse et, par suite, les oscillations de la force électromotrice, le champ inducteur, à quatre pôles, est à excitation compound avec enroulement différentiel dans lequel l'enroulement shunt est prépondérant. L'isolement des sections de l'induit est tout particulièrement soigné pour éviter le grillage des fils de la bobine dont le remplacement serait impossible pendant un voyage.

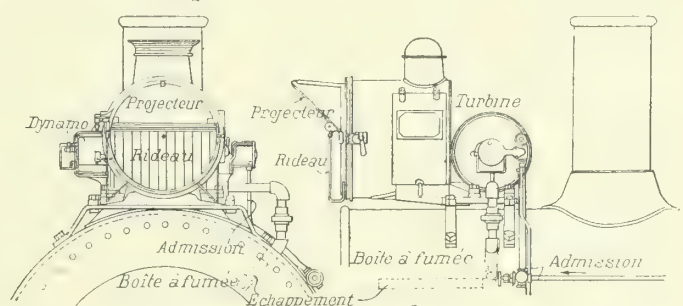


FIG. 1 et 2. — Disposition d'un phare à l'avant d'une locomotive.

Des plombs fusibles sont disposés en plusieurs points du circuit. Comme les balais ne peuvent pas être surveillés facilement en cours de route, on les a choisis en charbon. Ils offrent une résistance de contact plus grande que les balais métalliques et par suite la perte de rendement qui en résulte est plus grande; mais ils ont l'avantage de donner des étincelles moins fortes; leur usure est du reste beaucoup moins rapide.

La lampe à arc, installée à l'intérieur de la lanterne, absorbe 30-33 ampères sous 30 volts; elle doit fonctionner sans variations importantes d'intensité lumineuse, c'est pourquoi le régulateur des charbons est d'un mécanisme spécial muni d'électros puissants; il est très sensible et maintient fixe la position du foyer malgré les trépidations.

L'une des caractéristiques de ce phare est constituée par le réflecteur à 45 degrés (fig. 1), qui renvoie, presque verticalement, environ 40 % des rayons émis par la lampe à arc. Tandis que le faisceau sensiblement horizontal éclaire la voie à une distance de 1 000 à 1 600 mètres en avant de la machine, le faisceau lumineux vertical ainsi formé est visible à plus de 3 kilom.; même dans les courbes et derrière les collines de peu d'importance, un train qui arriverait en sens inverse sur la même voie apercevrait ce signal de très loin. La lumière intense, projetée sur la voie elle-même, laisse distinguer nettement les signaux lumineux et ne modifie pas leur couleur comme on aurait pu le redouter.

On reproche à ces phares puissants, peut-être avec raison, d'éblouir les mécaniciens des machines circulant en sens inverse sur la seconde voie. Les constructeurs ont essayé de parer, en partie, à cette objection en disposant, au-dessus du projecteur, un écran à rouleaux qui peut être abaissé dès qu'on aperçoit un train et relevé aussitôt qu'il est passé. Cet écran ne laisse passer qu'une faible partie de la lumière de la lampe et il peut être manœuvré de la plate-forme de la locomotive. L'éblouissement reproché aux autres systèmes n'est plus alors à redouter, mais sur les lignes à grand trafic, pour lesquelles ces appareils sont plus spécialement construits, les manœuvres de l'écran doivent être très fréquentes. C'est une sujétion nouvelle pour le mécanicien et de plus, pendant les nombreuses périodes où l'écran est baissé, le phare électrique perd une partie des qualités qui justifient sa raison d'être.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences

Séance du 4 septembre 1905.

Astronomie. — *Éclipse de soleil, du 30 août 1905, observée à Paris.* Note de M. LOEWY; note de M. MAILHAT, présentée par M. Mascart.

Ces notes sont relatives aux observations faites à Paris, la plupart à l'Observatoire, et donnent divers renseignements sur les heures de contact relevées, ainsi que les photographies prises par les différents astronomes.

Les *Comptes rendus* renferment également les dépêches expédiées à ce sujet par les différentes missions françaises en Espagne et en Algérie.

Astronomie physique. — *Mesures actinométriques effectuées pendant l'éclipse du 30 août 1905.* Note de M. J. VIOLLE.

Les mesures actinométriques préparées en vue de l'éclipse du 30 août n'ont pas été favorisées par les circonstances atmosphériques.

A Trappes (Seine-et-Oise) et à Bordeaux, des accidents matériels ont empêché les instruments de fonctionner convenablement. A Bagnères, M. Marchand, directeur de l'Observatoire du Pic du Midi, a pu faire de bonnes observations. D'autres mesures ont été relevées à Sfax (Tunisie), par M. Bigourdan.

Chimie minérale. — *Constitution des alliages cuivre-aluminium.* Note de M. LÉON GUILLET, présentée par M. Ditté.

Les résultats des recherches de notre collaborateur M. Guillet, sur les alliages cuivre-aluminium, ayant déjà été publiés en détail dans le *Génie Civil* (1), nous nous bornerons à y renvoyer le lecteur.

Photographie. — *De l'importance du rôle de l'irradiation en spectro-photographie.* Note de M. Adrien GUÉBARD.

Le problème élémentaire de la photographie spectrale consiste à prendre l'image de raies claires sur fond sombre, ou *vice versa*. Or, s'il a été établi que la raie spectrale, simple maximum brusque d'une fonction continue, ne saurait être, en aucun cas, une ligne géométrique, mais s'estompe toujours d'un dégradé, croissant avec son intensité; si la théorie des aberrations de diffraction prouve que, même une ligne géométrique lumineuse ne peut être rendue rigoureusement comme telle, mais se rattache forcément au fond par un flou continu; il ne semble pas qu'il ait été jamais tenu compte de cette portion de l'irradiation propre à la surface sensible.

Toutes ces circonstances doivent concourir cependant à limiter l'image de l'objet par une série de courbes de niveau lumineuses, et à lui donner une dimension apparente dépendant uniquement de celle de ces courbes de niveau à laquelle s'arrête le procédé d'observation, c'est-à-dire, en photographie, à la dernière teinte rendue perceptible par l'intensité relative du développement et de la pose. Et comme cette fonction, dans les limites de la pratique, montre, à partir de zéro, au moins un maximum et un minimum ultérieur, il en résulte que l'image photographique de toute raie claire sur fond sombre doit forcément, au fur et à mesure qu'augmente l'éclat de la source : 1° s'élargir d'un double dégradé; 2° dès qu'elle a passé le maximum, se doubler de deux raies noires de plus en plus étalées au fur et à mesure qu'elle devient plus claire; 3° quand elle a dépassé le minimum, reparaitre en gris, toute fine entre deux raies blanches suivies de bandes noires intenses et largement étendues au dehors.

Une seule et même raie peut ainsi, simplement en changeant d'éclat, fournir photographiquement les aspects divers qui, sous les noms de raies d'émission ou d'absorption, bandes ou cannelures, doublets ou triplets, etc., tendent à être pris pour caractéristiques d'états physiques spéciaux. C'est une grave source d'erreurs contre laquelle l'auteur met en garde.

Physiologie végétale. — *Sur l'existence, dans certains groseilliers, d'un composé fournissant de l'acide cyanhydrique.* Note de M. L. GUIGNARD.

En signalant récemment, dans le bureau noir, l'existence et la répartition d'un glucoside cyanhydrique, dont les produits volatils de dédoublement ont été ensuite identifiés avec ceux de l'amygdaline, M. Guignard avait montré que les feuilles de la

plante renferment la plus forte proportion de ce composé; viennent ensuite les fruits encore verts en voie de développement, et enfin, l'écorce verte de la tige. Les organes normalement dépourvus de chlorophylle, tels que les racines et les fruits mûrs, ne fournissent pas d'acide cyanhydrique.

Le groseillier rouge commun (*Ribes rubrum* L.), qui n'était pas encore connu comme plante à acide cyanhydrique, a donné des résultats analogues. On peut, en effet, obtenir cet acide avec les feuilles de groseillier pendant tout le cours de leur végétation. Mais la proportion de ce corps s'y montre toujours relativement faible.

Comme pour leureau, l'analyse montre que l'acide cyanhydrique n'existe pas à l'état libre dans le groseillier rouge et le groseillier à fleurs jaunes. Il doit donc provenir du dédoublement d'un glucoside, ou d'un composé se comportant comme tel, sous l'influence d'une enzyme.

Physique du globe. — I. — *Sur l'influence de l'éclipse solaire du 30 août 1905 sur le champ magnétique terrestre à Paris.* Note de M. Th. MOUREAUX, présentée par M. Mascart.

A l'occasion de l'éclipse solaire, le Bureau central météorologique a établi une station magnétique temporaire à Poissy, sous la direction de M. Mascart. Les instruments, un déclinomètre et un bifilaire, empruntés à l'Observatoire du Parc Saint-Maur, ont été disposés pour l'enregistrement continu des variations.

La situation magnétique a été légèrement, mais fréquemment troublée le 30 août, comme la veille et le lendemain. Pendant l'éclipse, la déclinaison a subi plusieurs oscillations perturbatrices, dont l'amplitude extrême est de près de quatre minutes. La composante horizontale est passée également par plusieurs oscillations, avec le minimum absolu à midi 6 minutes, peu après le commencement de l'éclipse, et le maximum à 2 heures 27 minutes, quelques minutes avant la fin. Ces écarts sont de beaucoup supérieurs à la variation diurne régulière pendant le temps de l'éclipse.

Au dehors, l'abaissement de la température de l'air, à l'ombre, pendant l'éclipse, a été de 1° 5, comme au Parc Saint-Maur et au Val-Joyeux; le minimum s'est produit à 1 heure 30 minutes, onze minutes après le moment de la plus grande phase.

II. — *Sur la polarisation du ciel pendant l'éclipse du soleil.* Note de M. PILTSCHIKOFF, présentée par M. Mascart.

L'auteur a démontré, par des observations faites à Kharkov (Russie), que, malgré l'énorme différence qui existe dans l'intensité d'illumination de l'atmosphère par le soleil et par la lune, la quantité de lumière polarisée, mesurée à 10 degrés de l'astre dans le plan vertical qui passe par l'astre, reste la même jour et nuit.

Il a mesuré la polarisation atmosphérique avant, pendant et après l'éclipse, et reproduit les résultats des mesures faites par lui à Philippeville, avec le photopolarimètre Cornu.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CONSTRUCTIONS NAVALES

Dock flottant du port de Tsing-tao (Chine). — Le *Stahl und Eisen*, du 15 août, annonce que le dock flottant de 16 000 tonnes, du port allemand de Tsing-tao (1), est presque achevé. Ce sera l'un des plus considérables du monde entier, et il pourra recevoir les plus lourds cuirassés. Son poids est de 8 800 tonnes. Il présente une largeur de 39 mètres et une longueur de 125 mètres; la hauteur du ponton qui forme le fond atteint 5 m 80, et la hauteur totale des caissons latéraux, 19 mètres. L'ensemble comporte quarante compartiments étanches, dans lesquels dix pompes centrifuges, directement couplées à des moteurs électriques, puiseront l'eau.

À la note d'où sont extraites ces données est jointe une photographie, prise au printemps dernier, qui montre l'avancement des travaux, et l'aspect presque monumental de cet ouvrage.

(1) Voir, au sujet de ce port, le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 9, p. 149.

ÉTUDES ÉCONOMIQUES

Les ports de Cardiff et de Bristol (Angleterre). — Le *Zentralbl. der Bauverw.*, des 19 et 23 août, publie un article de M. GUNTHER où celui-ci donne, en même temps que des plans schématiques de ces deux importants ports charbonniers, des renseignements statistiques sur leur commerce et leur mouvement maritime.

Le port de Cardiff, quand le dock sud, en construction, sera terminé, aura 68 hectares de bassins et 14 kilom. de quais. La manutention des marchandises lourdes se fait principalement au moyen de grues hydrauliques; celle du charbon, au moyen de grues Lewis-Hunter. Les parties de quais destinées à l'embarquement et au débarquement sont distinctes, et aménagées suivant leur destination.

Neuf grandes lignes aboutissent à ce port et lui amènent le charbon du Monmouthshire et du South Wales. L'exportation, en 1902, a dépassé 14 millions de tonnes, infiniment supérieure à celle de tout autre port anglais. Réciproquement, diverses usines métallurgiques se sont installées à Cardiff pour avoir le charbon sur place et recevoir leur minerai directement (minerai de fer et de cuivre, soufre, etc.). On peut citer, notamment, les aciéries Down-lais, l'usine de cuivre de la Tharsis Co, etc. Il y a également de grands moulins, qui approvisionnent la région en farine, et des fabriques de pâtes alimentaires.

Cardiff tient aussi le premier rang, en Angleterre, pour l'importation du bois et de la pâte de bois de Suède et de Norvège; de nombreuses scieries et papeteries s'y sont établies. L'industrie chimique y compte également de nombreuses usines.

Bristol, vieille place commerciale qui, au XVIII^e siècle, dépassait de beaucoup Liverpool, exerce son influence sur un hinterland bien plus étendu que Cardiff, et son mouvement s'étend jusqu'à Londres, Leicester et Birmingham, qui y sont reliés par des chemins de fer commodes. La situation géographique de ce port en fait une excellente place pour l'importation des denrées étrangères, spécialement des grains, du pétrole, du coton, des fruits exotiques, etc. Toutes ces marchandises demandent à être abritées, aussi a-t-on multiplié les magasins, greniers à grains, chantiers de bois et hangars. L'exportation, au contraire, est de peu d'importance.

Outre les bassins de Bristol proprement dits (City Docks), il en existe d'autres considérables à Portishead, au bord de la Severn, et à Avonmouth, au bord de l'Avon, à l'embouchure de cette rivière; le port aux pétroles fait partie de ce second district, de même que les magasins de viandes congelées. C'est là aussi que se trouve l'embarcadere de la Greta Western Railway, qui amène les voyageurs à Londres en deux heures et demie.

Tout compris, le port de Bristol et ses annexes ont 46 hectares de bassins, 7 kilom. de quais, 17 hectares bâtis en magasins et hangars. Les importations se sont montées, en 1904, à 815 000 tonnes de grains, 67 000 de farine, 70 000 de pétrole et autant de coton, etc.

HYDRAULIQUE

Filtration des eaux à South-Bethlehem (Pennsylvanie). — Une grande partie de la ville de Bethlehem, en Pennsylvanie, consomme l'eau de la Lehigh River qui lui était distribuée, autrefois, sans aucun traitement préalable. Cette eau, dont la composition chimique est satisfaisante, est acceptable, en temps ordinaire, au point de vue bactériologique; elle est claire, sauf aux époques des crues où elle est abondamment salie par les impuretés que les eaux pluviales entraînent et qui proviennent des bassins miniers ou des centres métallurgiques de la contrée. Des épidémies de fièvre typhoïde ayant fait leur apparition après les périodes de crues, on les a attribuées à la pollution des eaux. Pour en éviter le retour, on décida la construction des filtres qui sont décrits dans l'*Engineering Record*, du 15 juillet.

Cette étude donne des renseignements détaillés sur la consommation normale de l'eau, la capacité filtrante, le mode de construction des filtres et l'organisation du service.

La matière filtrante est composée : d'une couche de graviers criblés et lavés, d'une couche de coke assez gros, et de quatre couches de coke plus fin. Entre ces quatre dernières couches sont interposées des plaques d'ardoise formant chicane dont le but est d'empêcher le liquide de suivre des chemins de moindre résistance. Au-dessus des couches de coke

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 11, p. 184.

est un rang d'éponges, maintenues par un grillage en bois.

Dans ce système, la filtration s'effectue en deux fois; la plus grande partie des matières en suspension est d'abord retenue par des *scrubbers* qui peuvent filtrer 28 mètres cubes d'eau par jour et par mètre carré; l'opération est terminée par les filtres à sable qui peuvent filtrer 7 mètres cubes par mètre carré en vingt-quatre heures. Les essais ont démontré l'efficacité de cette installation tant au point de vue chimique qu'au point de vue bactériologique.

Le nettoyage des *scrubbers* se fait en renversant le sens du courant d'eau; celui des filtres est fait mécaniquement.

En faisant déposer une membrane d'amianté au-dessus des couches de sable, on espère porter de 7 à 9 mètres cubes le pouvoir filtrant par mètre carré. Depuis que cette installation fonctionne, on ne constate plus la croissance des algues qui se développaient en abondance avant la filtration.

Les coups de bélier dans les conduites d'eau.

— Envisageant principalement le cas des conduites forcées pour turbines hydrauliques, M. BUDAU, professeur à l'École technique supérieure de Vienne, étudie par le calcul, dans la *Zeits. des Oesterr. Ing. Vereines*, des 21 et 28 juillet et 4 août, l'importance des coups de bélier déterminés par les fermetures brusques, et les moyens d'y remédier.

Il examine successivement les réservoirs d'air, les tubes d'équilibre, et enfin, les principaux systèmes de régulateurs de turbines, en faisant ressortir l'influence de la grandeur des masses mobiles, le rôle des servo-moteurs, celui des amortisseurs, etc.

LÉGISLATION

L'économie industrielle des forces hydrauliques et leur législation. — Dans une communication à la *Société des Ingénieurs civils de France* (Bulletin de mai 1905), M. E.-F. CORÉ examine successivement la mise en œuvre, la possession et la meilleure utilisation de la puissance dynamique de nos cours d'eau; il étudie ensuite l'économie générale du projet de loi soumis actuellement aux Chambres, ainsi que ses conséquences.

Dans ses conclusions, l'auteur estime que ce projet de loi respecte les droits établis sur les cours d'eau, droits qui sont conformes à ce principe fondamental de philosophie scientifique: l'énergie dynamique en puissance dans l'eau courante qui baigne une rive appartient au propriétaire de cette rive comme la quantité de rayonnement solaire qui fait mûrir une moisson est au propriétaire du champ.

La loi nouvelle s'inspire des principes de l'économie politique qui ont servi de base au partage de nos richesses hydrauliques, par l'attribution à l'État du lit des cours d'eau navigables et flottables où sont les chutes qui conviennent à l'alimentation des services publics, et par l'abandon à leurs riverains du lit des cours d'eau, ni navigables ni flottables, où sont les forces hydrauliques dont l'utilisation ne peut se faire, pour la plus grande partie, que par l'industrie privée; elle reconnaît que cette base reste juste et nécessaire; elle affirme le droit des riverains sur les cours d'eau de la deuxième catégorie et reconnaît la prépondérance de leurs intérêts et de leur action. Enfin, cette loi n'abolit rien du régime qui a permis à l'industrie des forces hydrauliques de naître et de prospérer; elle apporte des facilités nouvelles, nécessaires et suffisantes: nécessaires, parce qu'elles permettent à l'industrie privée de triompher de l'obstruction systématique qui pourrait s'opposer à la solution du problème de la meilleure utilisation de nos richesses naturelles; suffisantes, parce que les catégories d'usines qu'elle crée résolvent toutes les difficultés économiques qu'on peut prévoir dans l'alimentation en énergie des services publics et des usines actuelles et futures de l'industrie privée.

Mais, d'après M. Cote, la loi ne mettra pas suffisamment à l'abri de l'ingérence administrative les industriels qui l'invoqueront et, comme cette ingérence peut avoir des conséquences aggravant au contraire le mal qu'on veut éviter, il importe de remanier certains points du texte pour en faire disparaître les clauses contraires à son esprit général.

MÉCANIQUE

Comparaison entre les transmissions électriques et mécaniques dans les ateliers. — M. PANIKINE, dans les *Zapiski imperatorskago rousskago*

technitcheskago Obchestva (Bulletin de la Société impériale technique russe), de juin, étudie comparativement les transmissions mécaniques directes et les transmissions par l'électricité de la force motrice dans les établissements industriels.

Il établit d'abord les différences existant au point de vue de l'installation et du fonctionnement entre les deux modes de transport d'énergie, et montre comment les difficultés résultant de la nécessité de satisfaire à certaines conditions géométriques, lors de la mise en place des arbres et des machines, sont entièrement supprimées par la transmission électrique.

Il calcule ensuite, d'après les données pratiques courantes, les coefficients d'utilisation de l'énergie mécanique, développée par un moteur donné pour les différents modes de transmission par courroie, par câbles en chanvre ou métalliques, et arrive à la comparaison des trois premiers modes de transmission avec le transport par l'électricité, dans les deux cas de la commande des machines par groupes au moyen d'un arbre commun actionné par un moteur électrique ou de la commande individuelle de ces machines par électromoteurs montés sur elles.

Il termine cette comparaison en montrant comment, avec des machines motrices de même puissance, l'emploi de la transmission électrique permet d'augmenter le nombre de machines réceptrices d'un atelier, grâce à la suppression des arbres intermédiaires, consommant beaucoup d'énergie en pure perte quand les machines ne sont pas toutes ensemble en fonction, et aussi comment ce mode de transmission permet d'augmenter considérablement la vitesse et par conséquent la production des machines-outils. L'auteur assure, avec chiffres à l'appui, que la transmission électrique est de beaucoup la plus économique et qu'il y a avantage à l'installer dans les ateliers neufs et même, dans certains cas particuliers, dans les ateliers existants, en raison des économies de force motrice qu'elle peut donner et malgré les dépenses de transformation qu'elle nécessite.

Perceuse portative Wicksteed. — L'*Engineer*, du 14 juillet, donne la description d'une perceuse portative, système Wicksteed, actionnée à l'aide d'un arbre flexible tournant dans une gaine fixe et flexible. Cet arbre peut être mû par un moteur électrique disposé avec la transmission sur un chariot spécial et muni d'un débrayage automatique qui agit lorsque le travail produit par l'arbre est trop grand; on peut aussi se servir d'une transmission ordinaire dont le câble est tendu par un contrepoids déplaçable.

Cette perceuse demande, à travail égal, le quart de la puissance nécessaire aux outils pneumatiques; elle est moins chère et son entretien est moins coûteux.

MINES

Calcul d'un câble d'extraction à section décroissante. — Plusieurs membres d'une Commission instituée par la Société de l'Industrie minière (district de Saint-Etienne) pour l'étude des câbles d'extraction, avaient émis l'idée que la résistance à donner aux câbles ne saurait dépendre uniquement de la charge à enlever et qu'il y aurait lieu de tenir compte de l'effort d'accélération développé par la machine d'extraction. Il fallait donc chercher une base permettant de remplacer par des calculs sûrs l'emploi de coefficients de tension variable pour le calcul à l'état statique et de coefficients de sécurité, déterminés surtout par la pratique et, comme tels, laissant une part très grande à l'appréciation.

Un des membres de la Commission, M. RODDE, a essayé de faire entrer dans le calcul l'accélération maximum à laquelle doit être soumis le câble et de déterminer cette accélération en partant des données de la machine d'extraction et des masses à mettre en mouvement; il a exposé son travail à la réunion du district de Saint-Etienne de la *Société de l'Industrie minière* (comptes rendus de juillet). Dans son mémoire, l'auteur a: 1° calculé les câbles à l'état dynamique, c'est-à-dire en tenant compte de l'accélération maximum qui leur est imposée; 2° étudié les machines d'extraction au point de vue de l'accélération maximum qu'elles peuvent imprimer aux câbles.

Il dit, en terminant, quelques mots sur les expériences qu'il lui semble utile d'instituer pour déterminer les données pratiques nécessaires à l'établissement rationnel d'un système d'extraction.

L'industrie de la tourbe aux États-Unis. — Les premiers essais d'exploitation des gisements de tourbe aux États-Unis viennent d'être entrepris par la Peat Coal Co, de New-York.

Le gisement exploité est situé à New-Rochelle (État de New-York); il couvre 10 hectares; son épaisseur varie de 8 à 12 mètres; la tourbe extraite étant d'excellente qualité est employée au chauffage domestique.

L'*Engineering and Mining*, du 15 juillet, donne la description et l'exploitation de ce gisement.

Outre la machine d'extraction allemande type Schlickeysen, une pompe centrifuge, une voie portative et quelques hangars constituent tout le matériel de l'entreprise.

La machine Schlickeysen comprend un désagrégeur, un macérateur et un propulseur à hélice. La tourbe sort de la machine sous forme de prismes à section carrée qui sont découpés à la main en blocs de 0^m 30. Elle y est amenée par un transporteur à hélice inclinée dans lequel elle est pelletée à la main. Un moteur à essence de 15 chevaux actionne cette machine. La tourbe est extraite par bandes de 6 mètres de largeur et 1^m 50 de profondeur. Le séchage se fait à l'air sans aucune autre opération pour la faciliter.

La machine produit environ 6500 blocs à l'heure qui, en deux heures, perdent 10 % de leur humidité (85 %). Ils sont empilés et perdent de nouveau 10 % dans les deux heures suivantes. La vitesse de séchage diminue ensuite; le séchage complet demande en tout dix-huit jours; le volume du bloc passe pendant ce temps de 1^m 35 à 0^m 38, et son poids de 2^k 7 à 0^k 60. Le produit final contient encore 12 % d'eau combinée.

La production journalière de vingt et un hommes s'élève à 30-35 tonnes.

L'industrie du pétrole en Allemagne. — Après avoir passé en revue les principaux centres de production du pétrole, dans les différentes parties du monde, M. Plock signale, dans les *Annalen für Gewerbe*, du 1^{er} août, l'importance relative des gisements exploités ici et là, en Allemagne, par exemple à Tegernsee, en Bavière, à Oelheim, dans le Hanovre, à Wietze, près de Brunswick, dans le Holstein, et en Alsace, à Pechelbron. Cette dernière localité avec celle de Wietze donnent la majeure partie du pétrole allemand, dont la statistique de l'auteur accuse 62 680 tonnes pour 1903 (contre 13 160 000 aux États-Unis, 9 902 000 en Russie, 870 000 aux Indes néerlandaises, etc.). En 1904, cette production s'est accrue d'environ moitié.

Les principales raffineries se trouvent à Wilhelmsbourg, près de Brême, à Peine, à Wietze, à Hanovre et en Alsace. M. Plock indique sommairement la composition ordinaire des huiles brutes, et le traitement qu'elles subissent dans ces usines. Les produits lourds étant les plus abondants, la production en pétrole lampant raffiné n'a été, en 1903, que de 7 323 tonnes, moins du dixième de la consommation du pays.

La production en huiles minérales de graissage n'a été également que le cinquième de la quantité consommée en Allemagne.

L'auteur, en terminant, signale la répercussion des droits de douane sur les cours du pétrole, et en discute le taux; puis, il passe rapidement en revue les principaux emplois du pétrole en Allemagne, comme combustible pour l'éclairage, le chauffage et la force motrice.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Recherches sur la conductibilité calorifique des matériaux réfractaires. — Ordinairement, dans la construction des fours, on n'attache pas grande importance à la conductibilité des matériaux réfractaires. Cependant le rendement pourrait souvent être augmenté en employant de meilleurs isolants, tel est le cas des fours à moufle; au contraire, les creusets gagneraient souvent à être plus conducteurs.

La conductibilité calorifique est cependant facile à mesurer. MM. R. HUTTON et J. BEARD décrivent dans l'*Engineering*, du 14 juillet, deux appareils servant à faire ces déterminations.

L'appareil Lees et Chorlton se compose de deux disques de cuivre A et B suspendus horizontalement et entre lesquels se trouve la substance à étudier. Un disque creux surmontant le disque supérieur B est traversé par de la vapeur qui le chauffe vers 100 degrés. Des thermomètres indiquent la température des disques A et B et de l'air ambiant. La

forme d'un disque étant peu facile à réaliser au laboratoire, les substances à étudier sont préalablement pulvérisées et maintenues entre A et B par une couronne d'arrêt de 3^{mm} 6 d'épaisseur.

En opérant dans ces conditions, c'est-à-dire à basse température, la conductibilité des divers corps étudiés s'est montrée peu différente de l'un à l'autre : elle a varié dans le rapport de 13 (kieselguhr) à 60 (sable blanc de Calais).

L'autre appareil sert à déterminer le pouvoir isolant aux hautes températures. C'est un tube de porcelaine chauffé au moyen d'un circuit électrique en platine enroulé extérieurement. La substance à étudier est placée entre ce tube et une caisse cylindrique à circulation d'eau ; le courant est maintenu constant par des résistances appropriées et la température est relevée constamment au centre du tube. On trace pour chacun des corps des courbes donnant les variations de la température en fonction de la durée de l'essai, la température du refroidisseur étant maintenue constante (à 2 degrés près). Pour obtenir une température constante, il faudrait attendre très longtemps, aussi, ordinairement, réduit-on un peu la puissance du courant quand la température commence à monter moins vite ; alors la température baisse rapidement jusqu'à être sensiblement constante et l'on obtient ainsi par l'examen des courbes des indications suffisantes, dans la pratique, pour pouvoir comparer les isolants.

Sous ce rapport, le kieselguhr et la magnésie sont les meilleurs, mais ils subissent un grand retrait à haute température ; un emploi plus judicieux de ces matériaux, en tenant compte de ces propriétés, pourrait néanmoins rendre de grands services.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

Des pièces droites et courbes fléchies debout.

— M. P. VANDEUREN, lieutenant au Génie de l'armée belge, publie, dans la *Revue universelle des Mines* de mai 1905, une théorie des pièces droites et courbes fléchies debout.

Dans la première partie de son mémoire, l'auteur étudie la flexion des pièces droites en tenant compte de l'existence d'un petit moment fléchissant additionnel ; il donne une justification théorique des formules empiriques déduites de l'expérience, ainsi que le calcul approché nouveau de la limite critique dans la pièce à action variable et définit la pièce à résistance maximum.

La seconde partie du mémoire porte :

- 1° Sur la théorie de la flexion debout des pièces courbes ;
- 2° Sur l'établissement des formules pratiques de résistance dans les deux cas principaux de l'encastrement et de l'articulation des extrémités des pièces ;
- 3° Sur l'avantage des arcs encastrés sur les arcs articulés, au point de vue de la flexion debout ;
- 4° Sur le danger du chargement dissymétrique d'une voûte.

Ouvrages récemment parus.

Hygiène et sécurité du travail industriel, par Georges-G. PARAF, Ingénieur des Arts et Manufactures. — Un volume in-8° de 622 pages, avec 400 figures. — V^e Dunod, éditeur, Paris, 1905. — Prix : broché, 20 francs ; cartonné, 22 francs.

Cet ouvrage constitue une étude complète des moyens employés dans l'industrie pour prévenir les accidents du travail ou en atténuer les effets. L'auteur s'est attaché à ne citer que des résultats acquis ; prenant ses exemples dans les usines les mieux installées de la France et de l'étranger, il met ainsi en évidence les perfectionnements les plus récents apportés partout à l'hygiène et à la sécurité des travailleurs.

M. Paraf a pensé qu'il y avait lieu d'insister plus longuement sur ce qui a été réalisé à l'étranger, car les communications aux diverses Sociétés savantes ou industrielles et les mémoires publiés dans les divers bulletins scientifiques, techniques ou professionnels, ne manquent pas, pour ce qui a été fait en France. Au contraire, beaucoup de nos industriels ignorent encore les dispositions prises en Angleterre et en Allemagne ; or, ce dernier pays, entre autres, a réalisé des progrès remarquables. Le lecteur pourra s'en rendre compte par les nombreux documents et photographies qui figurent dans l'ouvrage.

Parmi les installations décrites, citons celles de Sèvres et des Établissements Delaunay-Belleville, Schneider, Appert, Menier, Weyher et Richemond, Darraq, pour la France ; Krupp, L. Loewe, Pintsch, Siemens, Cockerill, Colville, Sturtevant, Richard, Escher Wyss, Sulzer, etc., pour l'étranger.

Dans la longue série d'industries qui sont passées en revue méthodiquement, l'auteur a établi des groupements semblables dans chacun desquels il examine d'abord la salubrité industrielle proprement dite, c'est-à-dire l'ensemble des dispositions destinées à prévenir les accidents, partie qui se rattache directement à l'art de l'Ingénieur ; ensuite l'hygiène professionnelle, c'est-à-dire l'hygiène de l'ouvrier dans l'atelier pendant le travail et pendant les heures de repos, lesquelles exigent la collaboration du médecin et de l'Ingénieur.

Cette dernière question est d'une actualité immédiate, car elle sera la base de la future législation des retraites ouvrières.

Tout en s'attachant surtout aux questions technologiques, M. Paraf aborde donc aussi les questions médicales. Il donne également, en appendice, les lois, décrets et arrêtés promulgués en France concernant l'hygiène et la sécurité du travail.

Fabrication et raffinage des huiles végétales, par J. FRITSCH, Ingénieur-chimiste. — Un volume in-8° de 594 pages, avec 83 figures. — H. Desforges, éditeur, Paris, 1905. — Prix : broché, 12 francs ; relié, 13 fr. 50.

L'industrie des corps gras est arrivée à un tel degré de développement qu'elle se place au premier rang des diverses industries chimiques qui, pendant les cinquante dernières années, ont jailli presque tout entières du laboratoire.

Au point de vue commercial, l'industrie des corps gras est certainement une des plus puissantes. Une évaluation, qui n'a rien d'exagéré, montre que les échanges en ces matières s'élèvent, en France seulement, à près d'un milliard par an. On peut juger par là de l'énormité des capitaux engagés dans cette industrie éminemment française pour laquelle, actuellement, on constate une recrudescence d'activité.

Ce livre, où l'on trouve la substance des nombreuses études publiées sur la fabrication des huiles végétales en France et à l'étranger, se divise en trois parties d'inégale étendue :

- 1° La fabrication et le raffinage des huiles ;
- 2° Une monographie, par ordre alphabétique, très détaillée des différentes sortes d'huiles fluides, siccatives ou non, et d'huiles concrètes, avec l'indication des procédés de culture de la plante oléagineuse ; des procédés d'extraction ; des propriétés physiques, chimiques et organoleptiques de l'huile, et de la statistique relative à sa production ;
- 3° L'analyse des huiles d'olives comestibles et industrielles, avec la recherche des additions d'huiles de graines faites aux huiles d'olive.

La première partie, qui occupe 203 pages, traite successivement des propriétés physiques et chimiques des corps gras, de la conservation, du nettoyage, de la décortication et de l'analyse des graines oléagineuses, de l'extraction de l'huile par pression et par les dissolvants et du raffinage, avec la description détaillée des différentes sortes de moulins, de presses et d'extracteurs, du blanchiment, de l'amélioration, de l'épuration et de la conservation des différentes sortes d'huiles.

Das Funken von Kommutatormotoren (Les étincelles dans les moteurs à collecteur), par F. PUNGA. — Un volume de 145 pages, avec 69 figures. — Jänecke frères, éditeurs, Hanovre, 1905. — Prix : broché, 4 marks ; relié, 4,60 marks.

Dans la première partie de l'ouvrage, l'auteur étudie la théorie des moteurs à collecteur, et particulièrement la commutation, source des étincelles dont la suppression est nécessaire au parfait fonctionnement de la machine. Il envisage spécialement, en raison de ses applications récentes, qui se développent de plus en plus, le moteur à courant alternatif simple, et consacre un chapitre au moteur à répulsion compensé.

La seconde partie, consacrée aux applications, contient les indications nécessaires au projet des différents types de moteurs à collecteur, à courant continu ou alternatif.

INFORMATIONS

VIII^e Exposition internationale de l'Automobile, du Cycle et des Sports.

La VIII^e Exposition internationale de l'Automobile, du Cycle et des Sports, organisée par l'Automobile-Club de France, aura lieu à Paris, du 8 au 24 décembre 1905, au Grand-Palais (Champs-Élysées) et dans les Serres de la Ville de Paris (Cours-la-Reine).

L'Exposition sera internationale, et les exposants seront divisés par classes. Ces classes comprendront :

- 1^{re} classe (pour les constructeurs seuls) : Voitures automobiles en tous genres, motocycles et tous véhicules à traction mécanique ;
- 2^e classe : Poids lourds ;
- 3^e classe : Cycles de tous systèmes ;
- 4^e classe : Commerce d'automobiles. — Cette classe comprend les exposants qui désirent exposer des véhicules de diverses marques dont ils sont revendeurs ;
- 5^e classe : Bandages de roues de voitures automobiles, de motocycles et de cycles ;
- 6^e classe : Châssis, organes mécaniques, pièces détachées, accessoires et fournitures diverses pour automobiles, cycles, etc. ;
- 7^e classe : Moteurs pour automobiles et canots, accumulateurs, matériel de construction et outillage pour la fabrication des automobiles, cycles, etc. ;
- 8^e classe : Combustibles, huiles, essences minérales, alcools, gaz, acétylène, etc. ;
- 9^e classe : Carrosserie pour automobiles ;
- 10^e classe : Navigation ;
- 11^e classe : Aérostation ;
- 12^e classe : Sports divers et tourisme ;
- 13^e classe : Costumes, habillements et équipements pour l'automobile, le cycle et les touristes ;
- 14^e classe : Inventions, applications diverses concernant l'automobile, le cyclisme et les sports ;
- 15^e classe : Bibliographie, photographie, publications, journaux, revues, cartes, etc.

L'Exposition dans les Serres de la Ville de Paris comprendra les classes 2, 7, 8, 10 et 11.

Les demandes d'emplacement devront être adressées au Commissariat général de l'Exposition, 6, place de la Concorde, avant le 20 septembre.

A cette Exposition sera annexé, pour la première fois, un Salon des Inventions nouvelles concernant l'Automobile, le Cycle et les Sports. Les objets, dessins, maquettes précisant l'invention et n'ayant jamais été présentés au public, pourront seuls y figurer. Les emplacements seront gratuits.

La Commission exécutive du Salon de l'Automobile a décidé d'organiser, à la même époque, un Concours de voitures de ville, en vue d'engager les constructeurs à étudier des voitures légères, à moteur de puissance restreinte et de faible consommation, spécialement appropriées au service urbain. Cette épreuve comportera simplement la distance qu'un homme d'affaires est appelé à parcourir, dans Paris, par une journée d'hiver.

Enfin, du 11 au 16 décembre, aura lieu au Grand Palais le premier Congrès international de Tourisme et de Circulation automobile sur routes, en vue de résoudre les difficultés créées par les progrès récents du tourisme.

Lancement du paquebot « Kaiserin Victoria Augusta ».

Le 29 août dernier a eu lieu, aux chantiers Vulkan, de Stettin, le lancement du paquebot *Kaiserin Victoria Augusta*, qui appartient à la Compagnie Hambourg-América, et qui présente des dimensions exceptionnelles : 213 mètres de longueur ; 39 mètres de largeur ; 16^m 50 de tirant d'eau. Son déplacement est de 42 500 tonnes ; il jauge 25 000 tonneaux bruts, et doit pouvoir transporter 16 000 tonnes de cargaison. L'effectif de l'équipage sera de 600 hommes ; le nombre des passagers, 550 en 1^{re} classe ; 300 en 2^e classe ; 250 en 3^e classe ; 2 500 à l'entrepont.

Par contre, la vitesse prévue est de 18 nœuds seulement, ce facteur ayant été volontairement subordonné à l'importance du tonnage, et au confort des aménagements. La puissance des machines sera de 17 000 chevaux.

Le Gérant : H. AVOIRON.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — Mécanique : Les appareils de levage à l'Exposition de Liège (planche XXI), p. 337; L. RAMAKERS. — Physique industrielle : Production des très basses températures. Liquéfaction de l'air et de l'hydrogène, p. 339; A. LAFAY. — Constructions civiles : Effondrement de la couverture d'un réservoir d'eau en construction à Madrid, p. 342. — Chimie industrielle : La corrosion du cuivre par l'eau de mer. Moyens de la prévenir, p. 344. — Hydraulique : Les pompes-turbines multicellulaires

actuelles, p. 346. — Variétés : Essais d'une machine compound à très faible consommation de vapeur, p. 348; — Contrôleur-avertisseur de tirage, p. 348; — Les locomotives américaines à grande puissance, p. 349; — Évaluation des débits moyens à l'aide du planimètre, p. 349.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Académie des Sciences (11 septembre 1905), p. 350. — **BIBLIOGRAPHIE :** Revue des principales publications techniques, p. 350; — Ouvrages récemment parus, p. 352.

Planche XXI : Grue roulante électrique de 10 tonnes.

MÉCANIQUE

LES APPAREILS DE LEVAGE A L'EXPOSITION DE LIÈGE

(Planche XXI.)

Parmi les nombreux ponts roulants électriques installés dans la Halle des Machines de l'Exposition de Liège, et dont le *Génie Civil* a

PONT ROULANT ÉLECTRIQUE DE 12 TONNES EXPOSÉ PAR M. GUSTIN. — La portée de ce pont roulant est de 14^m 23; sa vitesse de levage varie de 0^m 25 à 3 mètres à la minute, sous toutes les charges; la vitesse de translation du chariot atteint 30 mètres à la minute, et celle du pont lui-même, 50 mètres. Les moteurs sont actionnés par du courant continu, à 500 volts.

La charpente, en acier, est composée de deux poutres médianes et de deux poutrelles latérales, en treillis (fig. 1); ces poutres sont entre-

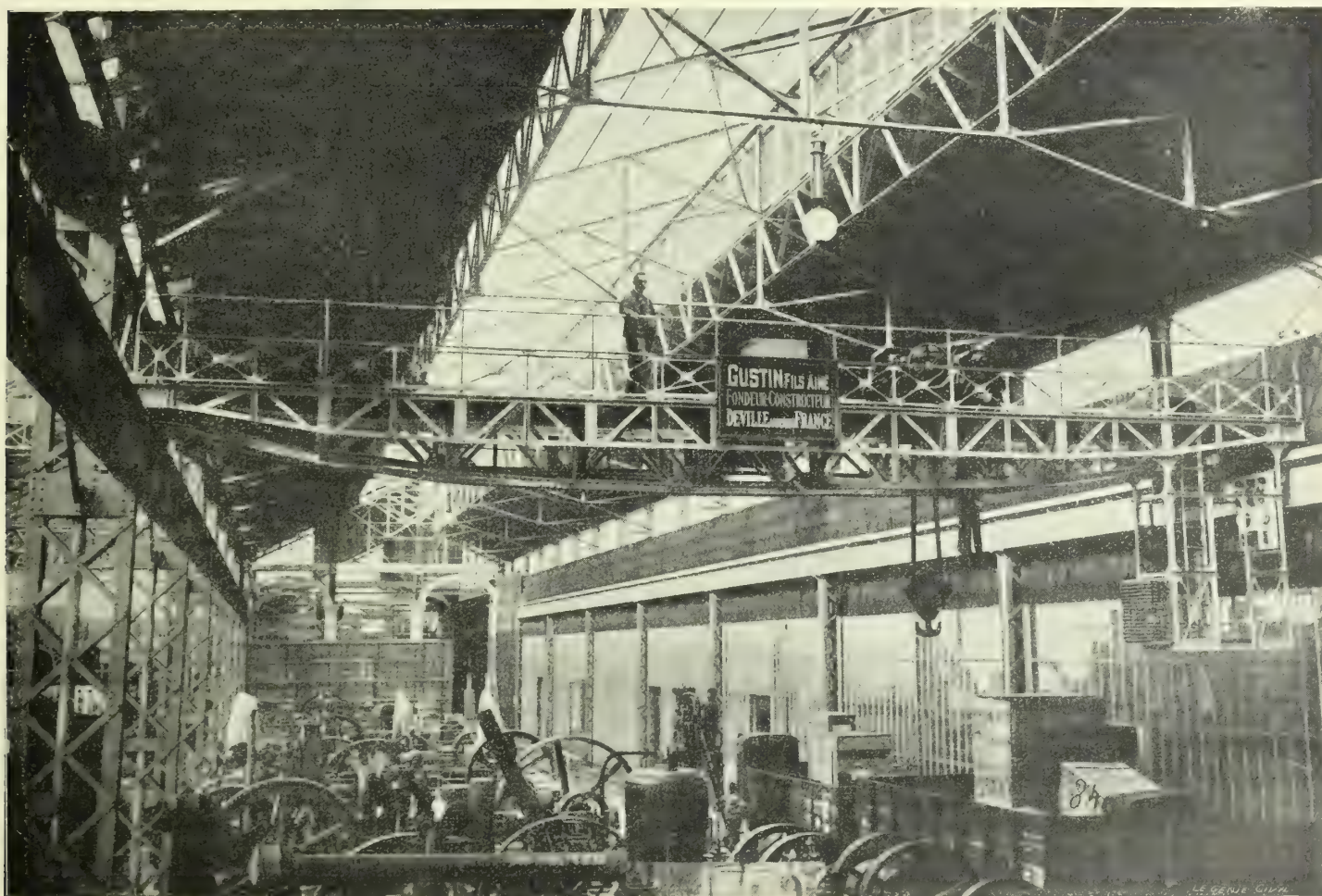


FIG. 1. — EXPOSITION INTERNATIONALE DE LIÈGE : Pont roulant installé par M. Gustin dans la Halle des Machines.

précédemment donné l'énumération (1), on remarque, outre celui de 30 tonnes exposé par les ateliers Stuckenholtz et décrit ici même (2), les ponts roulants de la maison Gustin, à Deville (Ardennes), et de la maison J.-J. Gilain, à Tirlémont (Belgique).

Nous nous proposons de donner aujourd'hui quelques renseignements sur ces appareils, ainsi que sur deux grues automotrices construites et exposées par les mêmes usines.

toisées par un treillis horizontal, qui rend l'ensemble indéformable. Elle comporte, en outre, une cabine avec échelle et trappe d'accès au pont, et accessoirement deux trottoirs en tôle perforée, avec balustrades forgées.

Le mécanisme de translation comprend un moteur électrique à chaque extrémité du pont, attaquant un des galets; ceux-ci sont solidarisés par un arbre longitudinal. Les galets sont en acier moulé et tourné.

Chariot de levage. — Le treuil électrique, monté sur le chariot, fonc-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 42, p. 494.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 48, p. 296.

tionne suivant un dispositif tout spécial, représenté schématiquement par la figure 2.

Quand le moteur actionne la roue E dans le sens qui correspond à la montée de la pièce, les deux dentures N sont entraînées mutuellement ; le pignon C (qui commande l'arbre du tambour) est légèrement repoussé vers la gauche et comprime fortement les plateaux de friction D et B, de telle sorte que D entraîne B et, par suite, l'arbre A.

En même temps, les ergots W attaquent les ergots X par leur plan incliné et les attirent à gauche, de façon à dégager le cône O de la poulie de frein P. Le mouvement est donc entièrement libre, bien que la poulie P reste serrée par le ruban de freinage.

Au contraire, à l'arrêt du moteur, le retour en sens inverse des organes mobiles remet en prise le cône O avec la poulie, et le freinage se produit aussitôt.

La descente s'obtient en desserrant le ruban de la poulie P, au moyen d'une chaîne ou d'une tringle quelconque qui soulève le contrepoids. Mais, pour plus de sûreté, on a, en outre, installé sur le même levier un sabot de frein qui, normalement éloigné de la jante de la poulie P, vient s'y appliquer si l'on tire énergiquement sur la chaîne. On se trouve ainsi prémuni contre tout emballement à la descente, même si la manœuvre est faite par un opérateur inexpérimenté ; soit qu'il lâche, soit qu'il tire fortement, le freinage est assuré. Les surfaces sont assez grandes pour éviter tout échauffement et le mécanisme est parfaitement silencieux, puisqu'il n'existe aucun encliquetage.

Les flasques du treuil, dont la figure 3 représente l'ensemble en élévation, sont en acier moulé. Elles supportent le moteur de levage M_1 et le moteur de translation M_2 , ainsi que la prise de courant à sept contacts qui suit les conducteurs d'un bout à l'autre du pont.

Le levage se fait sur une chaîne Galle à deux brins, dont l'extrémité libre vient s'emmagasiner, comme le montre la figure, sur une glissière, de façon à ne pas encombrer la partie inférieure.

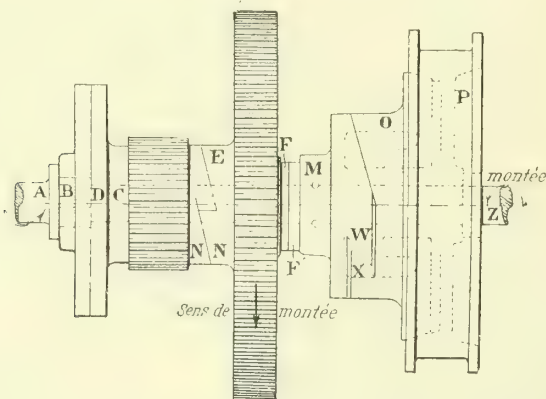


FIG. 2. — Appareil d'embrayage et de retenue pour treuils, système Gustin.

A, arbre ; — B, plateau de friction claveté sur l'arbre A ; — C, pignon fou sur l'arbre A avec plateau de friction D d'un côté et denture N de l'autre ; — E, roue folle sur l'arbre A ; — F, grains fous sur l'arbre A ; — M, manchon calé sur l'arbre A et muni d'ergots W ; — O, cône de friction, fou sur le moyeu de la poulie P et muni d'ergots X ; — P, poulie de frein folle sur l'arbre A et serrée par un ruban et un contrepoids.

Le crochet double est monté sur billes pour faciliter l'orientation des pièces manœuvrées.

La partie électrique comprend : une prise de courant articulée, et un tableau en marbre, avec interrupteur général, voltmètre, ampèremètre et trois disjoncteurs à maximum très sensibles. La rupture du circuit est brusque et s'effectue sur de larges charbons, sans étincelles persistantes.

Le moteur de levage de 11 chevaux tourne à 1 200 tours ; il est excité en série. Son rhéostat de mise en marche et d'inversion permet, quelle que soit la charge, de faire varier la vitesse entre la valeur normale et le dixième de cette valeur. Les plots de contact sont amovibles et un souffleur magnétique s'oppose à la formation d'étincelles. Les positions de la manette sont fixées par un galet qui se loge dans les crans d'une crémaillère. Un écran protège le mécanicien contre le contact des pièces sous courant.

Le moteur M_2 , également excité en série, n'est que de 3 chevaux. Les deux moteurs de translation, de même puissance, sont excités en compound et commandés par un rhéostat commun.

Ce type de pont roulant convient particulièrement aux usines métallurgiques et fonderies ; il est facile de le munir de dispositifs donnant des vitesses extrêmement réduites, pour les opérations délicates de démoulage.

GRUE À PÉTROLE DE 1 500 KILOGR. EXPOSÉE PAR M. GUSTIN. — M. Gustin a également exposé une grue de 1 500 kilogr. et de 6 mètres de portée, actionnée par moteur à pétrole. Ce genre de moteur présente, sur les moteurs à vapeur qui actionnent la plupart des grues de chan-

tier, l'avantage considérable de n'exiger aucune mise en pression préalable, d'être ainsi disponible à chaque instant sans faux frais, et d'être manœuvré par un seul homme. Le mécanisme est aussi moins encombrant et plus facile à protéger.

La grue, que représente la figure 4, comprend un châssis en tôles d'acier reposant sur quatre roues en fonte et sur des vérins à patins qui prennent appui sur le sol, bien que la grue soit stable par elle-même, à vide et en charge. L'écartement des roues est de 1^m 45. Sur ce châssis sont installés le mécanisme moteur et le lest. La volée courbe en treillis d'acier est mobile à la main au moyen d'un cliquet qui commande une vis sans fin avec roue hélicoïdale et chaîne Galle agissant sur les tirants. Si le châssis de la grue se trouve monté sur un ponton au lieu de l'être sur des essieux, on peut ainsi franchir les ponts sans difficulté.

Sur l'arrière du châssis se trouvent la caisse à eau et la caisse à lest ; celle-ci s'ouvre sur l'arrière.

L'eau de refroidissement du moteur se trouve placée en charge sur

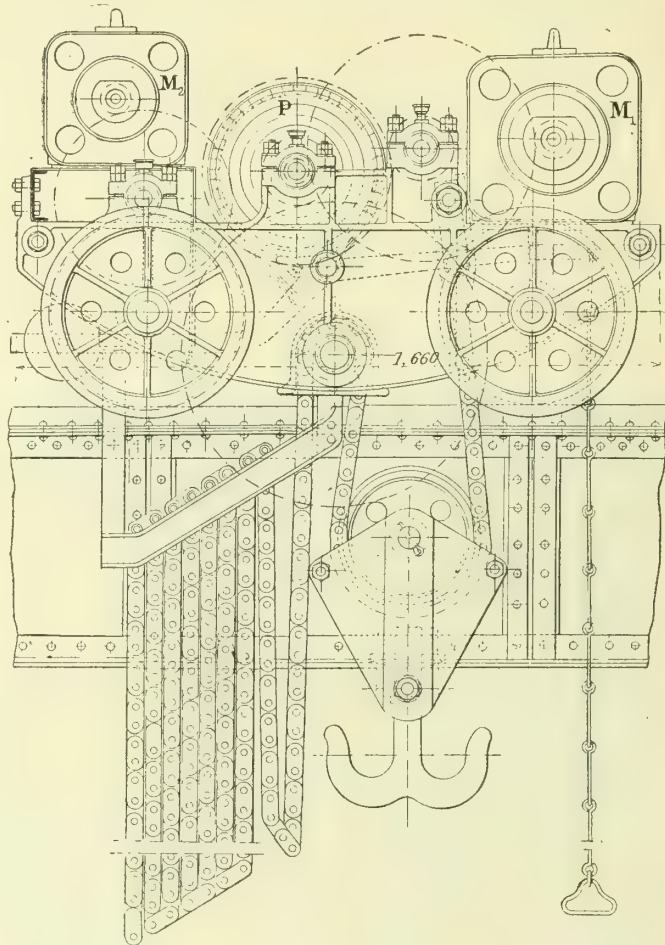


FIG. 3. — Élévation du chariot du pont roulant de M. Gustin.

la canalisation, ce qui facilite la circulation et diminue l'effort de la pompe.

La plate-forme du mécanicien, en tôle striée, et la toiture, en tôle ondulée, ne présentent rien de particulier.

Le moteur de 12 chevaux, à deux cylindres, et à soupapes commandées, possède un régulateur très sensible qui agit sur l'admission du mélange gazeux et maintient l'allure constante malgré les embrayages et débrayages incessants que comporte le service de la grue. Le carburateur Longuemare est alimenté par un réservoir qui tient 25 litres d'essence.

L'allumage est assuré par une bobine et des accumulateurs.

Par l'intermédiaire d'embrayages à friction, le moteur commande le treuil et le mécanisme d'orientation constitué par une couronne dentée sur laquelle engrène un pignon mobile.

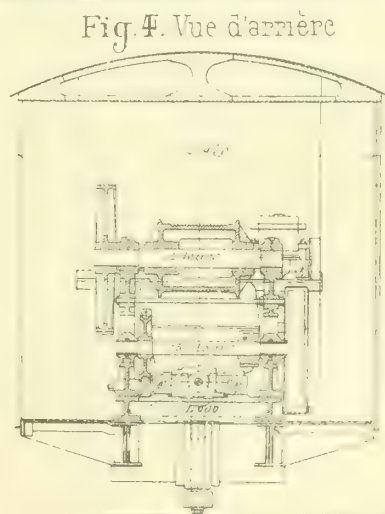
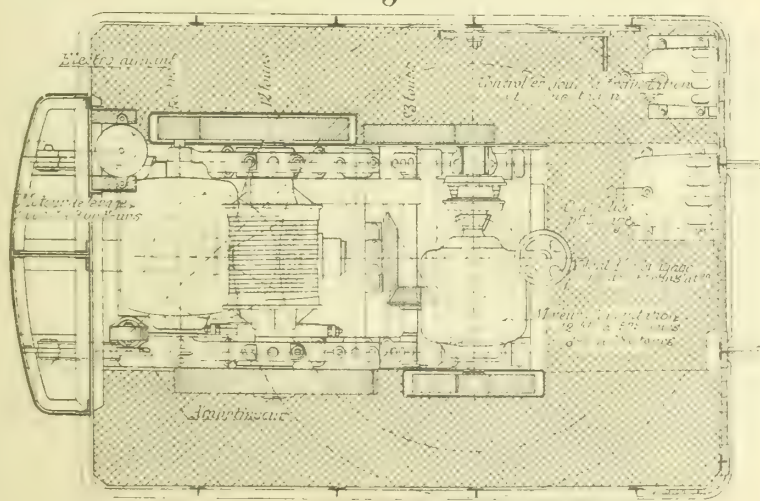
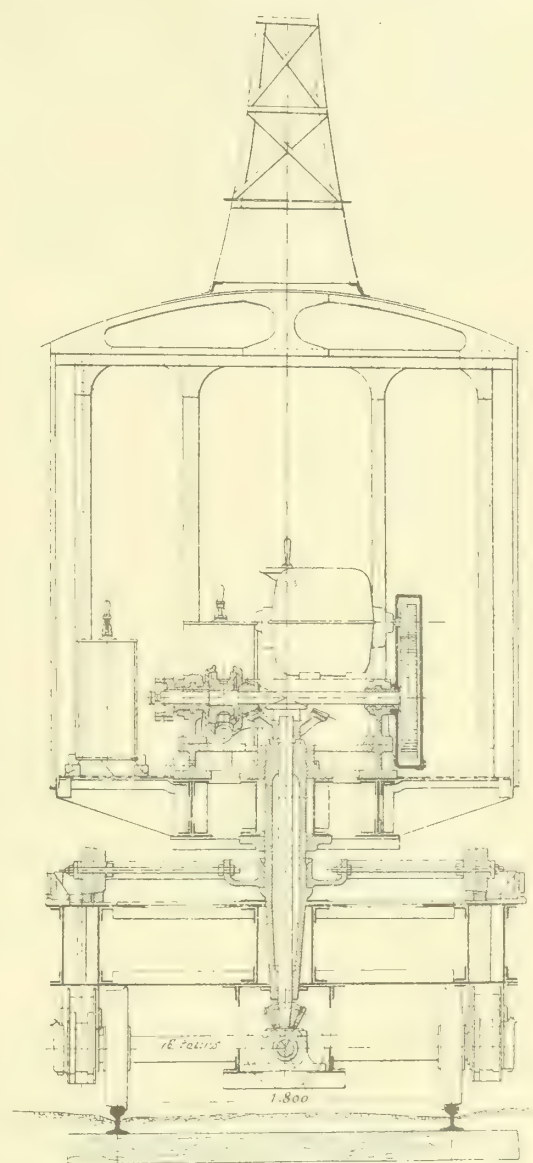
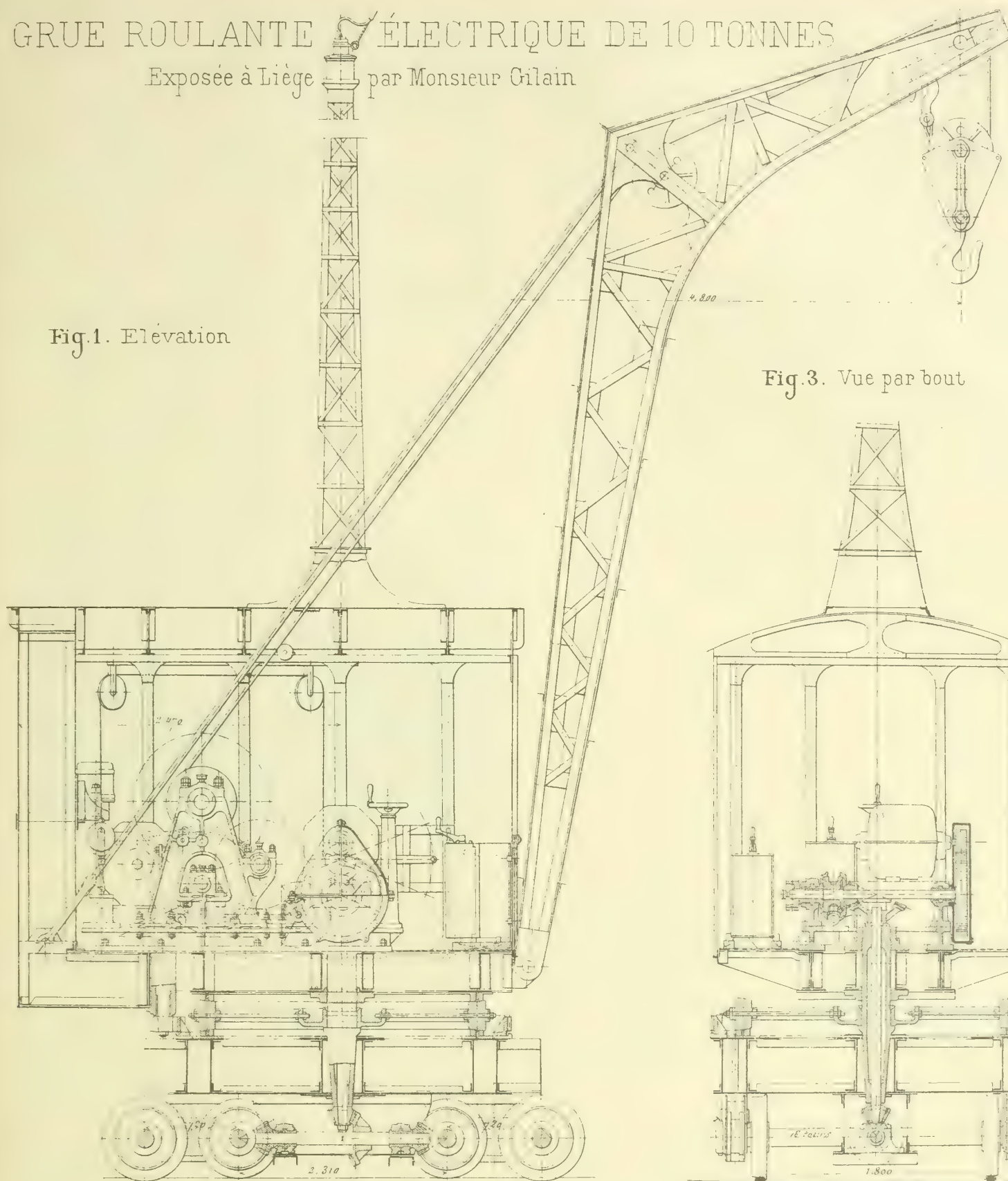
Les flasques du treuil, en acier, portent un tambour en fonte, cannelé, sur lequel s'enroule le câble d'acier qui, passant sur plusieurs poulies de renvoi, vient s'attacher à l'extrémité de la volée.

Le pivot du châssis de la grue est en acier doux, et monté sur galets. La crapaudine est disposée de façon qu'on puisse visiter et remplacer les grains sans avoir à démonter la grue, point dont l'importance est évidente.

PONT ROULANT ÉLECTRIQUE DE 10 TONNES, EXPOSÉ PAR M. GILAIN. — Tous les ponts roulants de la Halle des Machines utilisent directement le courant continu à 440 volts que le Service de l'Exposition met à leur disposition, sauf le pont de 10 tonnes de M. Gilain, qui est destiné à desservir un atelier du constructeur à Tirlemont, et qui a été

GRUE ROULANTE ÉLECTRIQUE DE 10 TONNES

Exposée à Liège  par Monsieur Gilain



équipé, en raison de cette affectation, pour du courant alternatif. Il a donc fallu, provisoirement, installer sur le pont un groupe transformateur dont la partie génératrice donne du courant alternatif à 50 périodes et 190 volts.

L'ossature du pont roulant est constituée par deux longerons à âme pleine, deux faux longerons en treillis et deux caissons d'about portant les galets de roulement. La forme générale des poutres est parabolique; leur hauteur varie de 0^m 75 à 0^m 32.

Des entretoisements réunissent les longerons aux faux longerons et au-dessus de l'un des contreventements supérieurs est établie une passerelle en tôle striée. Les montants des faux longerons sont prolongés au-dessus des membrures supérieures de façon à obtenir des garde-corps de 0^m 88 de hauteur.

Le pont a été calculé pour la charge de 10 tonnes, avec la portée de 14^m 23. Les vitesses sont : levage, 6 mètres par minute; translation du pont, 80 mètres; translation du chariot, 30 mètres par minute.

Le moteur pour la translation du pont est installé vers le milieu de la portée, au niveau de la passerelle, avec un arbre longitudinal qui attaque deux galets de roulement. Un frein électromagnétique assure l'arrêt instantané du pont.

Le moteur de levage M_1 (fig. 5) donne 20 chevaux et tourne à 940 tours; sur l'extrémité de son axe opposée aux engrenages, se trouve un volant serré par la bande d'un frein électromagnétique agissant dès que le courant est coupé dans le moteur. Sur l'un des axes intermédiaires de la commande, un autre frein à lamelles multiples agit également pour maintenir la charge.

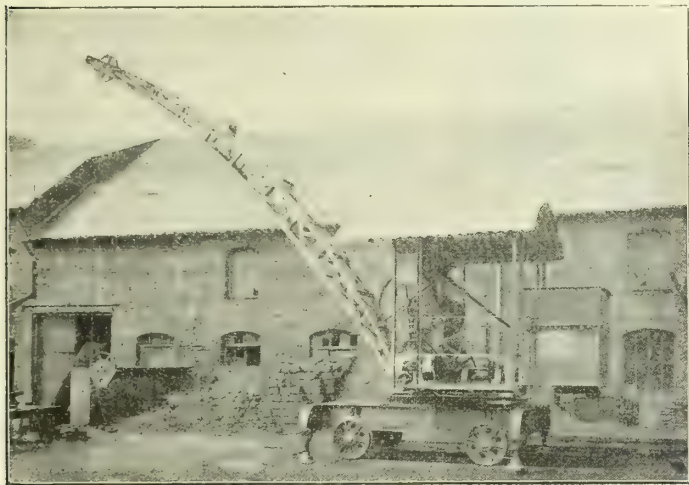


FIG. 4. — Grue à pétrole exposée, à Liège, par M. Gustin.

Le tambour sur lequel s'enroule le câble est de grand diamètre et creusé de deux rainures en spirale, à pas opposés, dans lesquelles se placent les brins. Ce câble, en acier galvanisé, résiste à 180 kilogr. par millimètre carré; son diamètre est de 15 millimètres. Le crochet est suspendu par six brins; il est monté sur billes et sa course utile est de 10 mètres.

Le moteur de translation de 4 chevaux est monté auprès d'un essieu du chariot et l'attaque par engrenages. Des interrupteurs automatiques de sûreté limitent la course du crochet et celle du chariot de manière à prévenir tout accident résultant d'une inattention.

Tous les engrenages sont en acier et taillés à la machine; les pignons des moteurs sont cependant en bronze.

GRUE ROULANTE ÉLECTRIQUE DE 10 TONNES EXPOSÉE PAR M. GILAIN. — La même maison a exposé une grue roulante électrique, représentée par les figures 1 à 4 (pl. XXI), et destinée à la future gare maritime de Bruxelles-État. Son aspect est analogue à celui des grues automotrices à vapeur ordinaires; elle est capable de soulever 10 tonnes à la vitesse de 9 mètres par minute, de se déplacer (en palier) sous cette même charge à la vitesse de 30 mètres et, enfin, de tourner sur elle-même en une minute.

Elle est pourvue de deux moteurs à courant continu (440 volts), dont l'un spécial pour le levage, l'autre pour les mouvements de rotation et de translation. La portée invariable est de 4^m 80; la hauteur maximum du crochet, 7 mètres au-dessus des rails.

La caisse du chariot, qui a 3 mètres $\times$ 2^m 50 $\times$ 0^m 40, peut recevoir 5 000 kilogr. de lest en fonte. Elle repose sur quatre essieux reliés deux à deux par des balanciers de répartition des charges. Quatre des roues portent des boudins et les autres des bandages plats. La distance des essieux extrêmes est de 3 mètres; la voie, de 1^m 80 d'axe en axe des rails.

Le chariot porte deux couronnes, l'une qui sert de chemin de roulement à des galets coniques, l'autre qui présente une denture intérieure en vue de la rotation de la grue, dont l'axe est creux et

laisse passer l'arbre vertical nécessaire pour commander la translation du chariot, les deux moteurs étant installés sur la plate-forme mobile.

Celle-ci se compose d'un bâti en fonte, servant d'assise au treuil, et encadré par deux longerons en tôle d'acier. Un coffre placé à l'arrière reçoit 4 200 kilogr. de lest.

Le moteur de levage tourne à 500 tours et donne 30 chevaux; il est excité en série et attaque le treuil par trois engrenages droits. Ce moteur porte un frein électromagnétique analogue à celui du pont roulant décrit plus haut. Le tambour, sur lequel peuvent s'enrouler

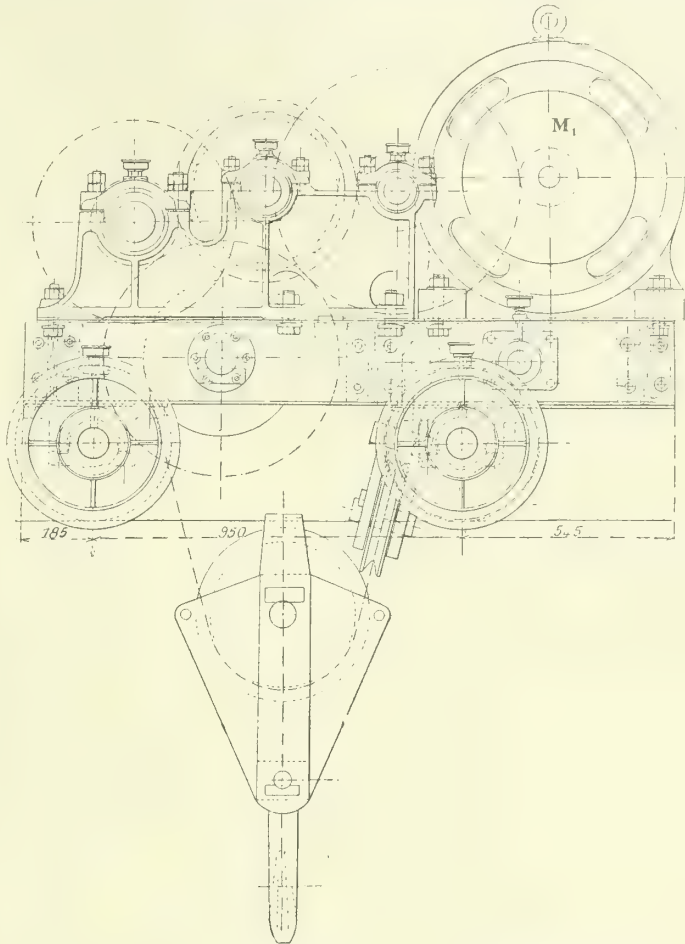


FIG. 5. — Élévation du chariot du pont roulant de M. Gilain.

15 mètres de câble, porte une rainure hélicoïdale. Le câble, de 21 millimètres, peut porter 30 tonnes.

Le moteur de rotation et de translation porte une vis sans fin attaquant une roue hélicoïdale horizontale calée sur un arbre vertical, dont le pignon engrène sur la couronne dentée du chariot. Ce moteur peut aussi être embrayé sur l'arbre central qui, par des engrenages coniques, transmet le mouvement à l'un des essieux du chariot.

Enfin, au-dessus de la cabine, se trouve un pylône de support des prises de courant, qui n'a pas été installé à l'Exposition à cause de sa hauteur trop grande.

L. RAMAKERS.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

PRODUCTION DES TRÈS BASSES TEMPÉRATURES

Liquéfaction de l'air et de l'hydrogène.

L'emploi de l'air liquide tend à se répandre de plus en plus dans l'industrie, et chaque jour voit surgir de nouvelles applications des très basses températures qu'on peut obtenir en l'utilisant comme agent réfrigérant (1).

Dans ces conditions, il y a lieu de se demander si l'hydrogène, qui a été liquéfié à une époque plus récente, et qui permet d'obtenir des froids plus considérables, ne deviendra pas bientôt, comme l'air liquide, un produit commercial, dont l'industrie saura tirer parti.

(1) La possibilité d'obtenir des températures extrêmement basses présente un grand intérêt pratique pour l'étude des propriétés physiques et chimiques des corps qui sont, en général, profondément modifiées par l'action d'un froid intense. C'est ainsi que, depuis quelque temps, des essais mécaniques relatifs à la fragilité se font couramment sur les métaux, à la température de l'air liquide bouillant sous la pression atmosphérique (— 182 degrés centigrades). Voir, sur cette question, le mémoire de M. HADFIELD présenté à la dernière réunion de l'Iron and Steel Institute, et résumé dans le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 6, p. 96, et n° 15, p. 248.

Il est très probable qu'un avenir prochain donnera à cette question une réponse affirmative; toutefois, jusqu'à présent, la liquéfaction de ce gaz n'a été obtenue et utilisée que dans quelques laboratoires spéciaux, et nous nous proposons précisément de donner ici une description succincte des trois principaux dispositifs actuellement employés pour le liquéfier.

Il est évident qu'au point de vue utilitaire immédiat, l'air liquide, qu'on peut de nos jours se procurer avec facilité dans presque tous les grands centres industriels, présente plus d'intérêt que l'hydrogène, mais, comme à diverses reprises le *Génie Civil* a tenu ses lecteurs au courant des questions qui se rattachent à la fabrication et à l'emploi de ce produit, nous n'avons pas pensé qu'il y ait lieu d'y revenir longuement; nous nous sommes borné, en ce qui le concerne, à donner la description d'un petit appareil liquéfacteur relativement récent, dû à M. Olszewski, et à rappeler très brièvement la disposition de principe de la machine de M. Linde.

Généralités. — Naturellement, nous allons passer rapidement sur l'exposé classique des conditions générales qu'il convient de réaliser pour liquéfier les gaz. On sait, depuis les expériences d'Andrews, que si grande que soit la pression dont on dispose, la liquéfaction est possible seulement si la température du fluide est inférieure à une certaine valeur caractéristique, variable d'un corps à l'autre, et qui est dite sa *température critique*. Quand cette température est atteinte, la liquéfaction a lieu pour une pression déterminée, dite *pression critique*. La pression nécessaire pour produire la liquéfaction est d'ailleurs d'autant plus faible que la température est plus en dessous de la température critique.

C'est l'application de cette règle qui a permis d'obtenir pour la première fois, à l'état liquide *statique*, l'oxygène, l'azote et l'oxyde de carbone. A cet effet, M. Cailletet abaissait la température de l'oxygène au-dessous de sa valeur critique (— 119 degrés), par immersion dans un bain d'éthylène bouillant dans le vide; le même procédé, repris et perfectionné par MM. Wroblewski et Olszewski, leur permit de recueillir assez d'oxygène liquide pour pouvoir utiliser à son tour l'ébullition de ce corps dans le vide, et abaisser au-dessous du point critique l'azote et l'oxyde de carbone, qu'ils liquéfierent ensuite.

Cette méthode générale de liquéfaction, dite *méthode des cascades*, consiste à atteindre de proche en proche des froids de plus en plus grands; elle exige la préparation à l'état liquide d'une assez grande quantité de gaz intermédiaires, uniquement employés comme agents de réfrigération; elle est, par suite, coûteuse, relativement compliquée, et ne paraît pas appelée à sortir du domaine des laboratoires. De plus, comme nous l'expliquerons plus loin, elle n'aurait pas permis, à elle seule, de liquéfier l'hydrogène. Dans ces conditions, l'apparition, en 1895, des machines de M. Hampson et de M. Linde (1) doit être considérée comme marquant la réalisation d'un progrès capital dans l'art de liquéfier les gaz. Les appareils construits séparément, et à quelques mois d'intervalle, par ces deux inventeurs, permettent en effet d'obtenir directement de l'air liquide, en utilisant uniquement le froid produit par la détente *libre* du gaz; cette utilisation est rendue efficace par un isolement thermique aussi parfait que possible, et par l'application rationnelle de régénérateurs ou interchangeurs de température, dont l'idée première remonte à Siemens.

Comme tous les appareils actuels mettent en œuvre ces mêmes principes, il ne sera peut-être pas inutile de nous y arrêter un instant.

Effet Joule-Kelvin. *Petit appareil à air liquide de M. Olszewski.* — En 1853-54, des expériences de Joule et Thomson (aujourd'hui Lord Kelvin) démontrèrent que la température d'une masse de gaz tel que l'air ou l'acide carbonique, s'abaisse sensiblement lorsque cette masse passe adiabatiquement, et sans production de travail extérieur, d'un état d'équilibre sous pression élevée à un nouvel état d'équilibre sous pression plus faible.

Cet effet, habituellement désigné sous le nom d'effet Joule-Kelvin, doit être nettement distingué du refroidissement, beaucoup plus considérable, qui accompagne la détente avec travail extérieur ou, plus généralement, avec apparition d'énergie sous forme mécanique.

Pour fixer les idées sur ce point, nous examinerons ce qui se passe dans l'appareil à air liquide extrêmement simple et pour ainsi dire schématique dû à M. Olszewski et qui est représenté figure 1. L'air comprimé à environ 100 atmosphères s'y échappe en *c*, par une valve de détente, après avoir parcouru un long serpent, que l'on voit en *b*. Au moment où elle vient de quitter l'ouverture *c*, une masse élémentaire quelconque de gaz est le siège d'un abaissement de température considérable, qui correspond à la transformation de son énergie thermique en énergie cinétique; elle est, en effet, animée d'une vitesse relativement grande, mais elle ne tarde pas à se heurter contre les masses qui l'ont précédée ou contre les parois de l'appareil, et son énergie mécanique se transforme en chaleur, au détriment de l'abaissement de température, jusqu'à ce que, après des remous plus ou

moins complexes, elle fasse partie du flux gazeux à peu près homogène et en équilibre qui remonte vers le haut de l'appareil, à travers les spires du serpent *b*.

Le froid utilisable provient uniquement, dans le cas actuel, de l'effet Joule-Kelvin, et il est évident qu'on aurait intérêt à ne pas laisser s'effectuer la transformation inverse d'énergie mécanique en chaleur. On pourrait, théoriquement, y parvenir en utilisant la force d'expansion du gaz pour mouvoir un piston ou une turbine capable de transporter de l'énergie à l'extérieur du réfrigérant. Malheureusement, aux basses températures obtenues dans ces appareils, le fonctionnement des engins mécaniques habituels présente des difficultés presque insurmontables (2).

Le froid produit par l'effet Joule-Kelvin étant beaucoup plus faible que celui que permet d'obtenir une détente avec travail extérieur, il devient absolument nécessaire d'empêcher la pénétration de la chaleur extérieure. Dans l'appareil de

M. Olszewski, ce rôle est dévolu à un vase en verre à double paroi *e*, dont l'espace annulaire a été argenté à l'intérieur, et dans lequel on fait un vide aussi parfait que possible.

Dans un récipient ordinaire à double paroi, la chaleur peut se propager par convection et conductibilité à travers le gaz situé dans l'espace annulaire, en même temps que par rayonnement direct d'une face à l'autre. En 1887, M. d'Arsonval eut l'idée de supprimer les deux premières causes d'échauffement, en faisant le vide à la trompe; plus récemment, M. Dewar perfectionna l'isolement thermique en diminuant, par l'argenteure, le rayonnement direct des parois.

L'emploi de plus en plus répandu de l'air liquide (2) nous a rendu familier ce mode de protection contre la chaleur; c'est le plus puissant dont on puisse disposer actuellement, et il est couramment employé pour la conservation et la manipulation des gaz liquéfiés.

La figure 1 représente la coupe de deux de ces vases, en *e* et en *h*; celui du haut, *e*, dans lequel s'effectue la liquéfaction, porte à sa partie inférieure une ouverture constituée par un petit tube en spirale qui réunit les parois interne et externe, et permet, lorsqu'il y a lieu, l'écoulement du liquide dans le vase inférieur *h*.

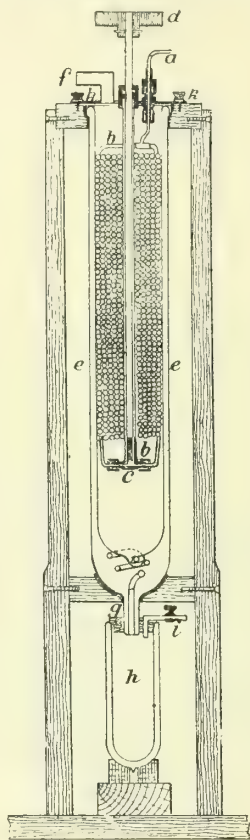


FIG. 1. — Appareil à air liquide de M. Olszewski.

Pour utiliser le froid produit par la détente, on applique le principe de la régénération, dû à Siemens, sous sa forme la plus simple, en faisant passer le gaz détendu à travers les spires multiples et relativement serrées du serpent *b*, qui amène en *c* l'air comprimé à environ 100 atmosphères.

Pour éviter le passage du gaz à travers l'espace compris entre la paroi interne de *e* et la surface extérieure de l'enroulement du serpent, la bobine formée par ce dernier est entourée d'une bande de flanelle très serrée et d'épaisseur convenable, pour que le tout puisse être introduit à frottement modéré dans l'intérieur du tube *e*.

Dans tous les appareils à liquéfier l'hydrogène, nous retrouverons les mêmes procédés de protection contre l'apport calorifique extérieur, et la même disposition pour l'échange thermique entre le gaz refroidi par la détente et le gaz arrivant.

Grâce à l'emploi du régénérateur, le gaz se détend à des températures de plus en plus basses, et on conçoit que, théoriquement du moins, il n'y ait pas de limite à l'abaissement de température. Pratiquement, le refroidissement maximum est obtenu lorsque l'apport de chaleur extérieure égale l'apport de froid dû à la détente. Pour qu'il y ait liquéfaction, il faut que la température de liquéfaction, dans les conditions où l'on opère, soit supérieure à cette limite pratique. Quand

(1) Pour les machines industrielles à air liquide, M. Claude est parvenu à réaliser une détente avec travail extérieur récupérable. Pour atteindre ce but il a utilisé, comme agent lubrifiant, l'air liquide lui-même et certains pétroles spécialement préparés. Voir, sur cette question, l'ouvrage de cet auteur sur « L'air liquide » ainsi que les Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. CXXXI, p. 500.

Avec l'hydrogène, de tels perfectionnements paraissent bien difficiles à réaliser.

(2) A différentes reprises, le *Génie Civil* a publié des études relatives à l'air liquide et à ses applications; on peut voir, en particulier, t. XXXI, n° 3, p. 35, et n° 4, p. 51, t. XXXIII, n° 8, p. 130, et n° 15, p. 235; t. XXXV, n° 14, p. 228, et n° 20, p. 334; t. XXXVI, n° 7, p. 107, et n° 19, p. 301.

(1) Les descriptions détaillées des appareils de M. Hampson et de M. Linde ont été données respectivement dans le *Génie Civil*, t. XXX, n° 4, p. 40, et t. XXXI, n° 3, p. 35, et n° 4, p. 51.

elle est atteinte, la température ne s'abaisse plus, et la liquéfaction commence. D'ailleurs, l'effet Joule-Kelvin s'accroît à mesure que la température s'abaisse; les résultats expérimentaux des deux illustres physiciens peuvent, en effet, se résumer dans deux formules empiriques, qui montrent que, pour l'air et l'acide carbonique, le refroidissement est proportionnel à un coefficient spécifique, à la différence de pression qui caractérise la détente, et à l'inverse du carré de la température absolue ⁽¹⁾.

Rappel sommaire de la machine à air liquide de M. Linde. — Bien que M. Linde ait donné lui-même dans le *Génie Civil* ⁽²⁾ une description détaillée de sa machine à air liquide, il ne sera peut-être pas inutile de donner ici, à titre comparatif, une rapide description de l'appareil dont il a doté l'industrie. La disposition théorique de cette machine est représentée par la figure 2.

L'air, préalablement comprimé à 20 atmosphères, pénètre par le tube A, et peut se rendre, de là, dans toutes les parties de l'appareil.

Un compresseur C puise cet air à 20 atmosphères, porte sa pression à 200 atmosphères, et le refoule dans le réservoir R, refroidi extérieurement par de l'eau.

Le gaz ainsi refroidi traverse un réfrigérant (glace mélangée à du chlorure de calcium) non représenté sur la figure, et destiné à le débarrasser de son humidité: il s'écoule ensuite dans un long serpentín terminé par le robinet de détente r, où il s'échappe en reprenant la pression de 20 atmosphères dans le réservoir résistant G. La détente est donc de 180 atmosphères.

L'air froid ainsi expulsé parcourt en sens inverse un serpentín plus gros, qui contient le premier, et sert à refroidir les portions suivantes du gaz. L'ensemble des deux serpentins constitue donc un régénérateur.

Le haut du serpentín-enveloppe communique avec le tube qui conduit l'air au compresseur, de telle sorte que le gaz, puisé de nouveau par ce dernier appareil, reprend le chemin déjà décrit.

Toutes les parties essentielles de l'appareil sont enfermées dans une caisse en bois remplie de laine de brebis brute et fortement tassée, destinée à empêcher l'apport calorifique extérieur. Ce refroidissement augmente progressivement jusqu'à ce que le point de liquéfaction de l'air, sous la pression de 20 atmosphères, soit atteint. A partir de ce moment, le liquide se rassemble dans le bas du réservoir G.

Dans cet appareil, comme dans celui de M. Olszewski, on voit très nettement réalisés les trois points fondamentaux, que nous retrouverons dans toutes les machines à liquéfier les gaz, savoir: détente libre, régénération et isolement thermique aussi parfait que possible. Il y a lieu de remarquer que, dans le cas actuel, la circulation du gaz se produit en quelque sorte dans une atmosphère artificielle, où la pression est égale à vingt fois la pression normale. Cette manière d'opérer est avantageuse, car si on laissait l'air se détendre jusqu'à 1 atmosphère, le froid produit serait à peine supérieur ($1/10$ environ), mais il faudrait, en revanche, dépenser un travail à peu près double pour le recomprimer à 200 atmosphères ⁽³⁾.

Il est évidemment impossible d'employer une détente sous pression surélevée dans les appareils analogues à celui de M. Olszewski, où le gaz détendu se répand dans une cavité dont les parois sont précisément constituées par le vase en verre à double enveloppe, destiné à l'isolement thermique.

Effet Joule-Kelvin dans le cas de l'hydrogène; point d'inversion. — Joule et Lord Kelvin ont répété sur l'hydrogène des expériences identiques à celles qu'ils avaient faites sur l'air et l'acide carbonique, et ils ont trouvé qu'aux températures ordinaires, c'est-à-dire entre 0 et 100 degrés, la détente libre de ce gaz est accompagnée d'un échauffement qui augmente avec la température à laquelle se fait l'expérience. Ils n'ont pas manqué d'établir une corrélation entre ce fait et celui que Regnault avait mis en évidence dans ses recherches sur la loi de Mariotte, consistant en ce que l'air, et surtout l'acide carbonique, se compriment plus que ne l'indique cette loi, tandis que l'hydrogène, au contraire, se comprime moins et est en quelque sorte, suivant la pittoresque expression de ce physicien, un gaz *plus que parfait*. Les gaz imparfaits, comme l'air, se rapprochent d'ailleurs de la loi de Mariotte à mesure que la température augmente, et il y avait lieu de supposer, d'une part, qu'à une température assez élevée ces gaz devaient se comporter comme l'hydrogène, et que, inversement, d'autre part, de l'hydrogène suffisamment refroidi devait donner lieu aux mêmes phénomènes que l'air à la température ordinaire et, en particulier, se détendre librement avec production de froid.

L'expérience est venue confirmer ces prévisions; il existe pour l'hydrogène, et pour les gaz en général, une température d'inversion de l'effet Joule-Kelvin, en dessous de laquelle la détente, cessant de correspondre à un échauffement, produit au contraire du froid. Diverses considérations théoriques avaient d'abord fait penser que ce point d'inversion devait être voisin de -233 degrés, soit 40 degrés absolus; depuis M. Rose-Innes a remarqué que toutes les expériences de Joule et de Lord Kelvin, rapportées à une détente d'une atmosphère, étaient bien représentées, même pour l'hydrogène, par des expressions de la forme $\frac{\alpha}{T} - \beta$, dans laquelle T désigne la température absolue

et α, β , deux coefficients numériques déduits de l'expérience; pour l'hydrogène, on a $\alpha = 19,18$ et $\beta = 0,099$, ce qui donne, pour le point d'inversion, $193^{\circ}7$ absolus. Enfin, plus récemment, M. Olszewski a répété, sur de l'hydrogène refroidi à diverses températures, des mesures analogues à celle de Joule et Kelvin, et a trouvé, comme résultat direct de l'expérience, $193^{\circ}5$, soit $-80^{\circ}5$ de l'échelle centigrade normale.

Donc, pour pouvoir appliquer à l'hydrogène le procédé de la détente libre qui réussit si complètement pour l'air, il est nécessaire, au préalable, d'abaisser sa température au-dessous de ce point d'inversion et l'on peut dire que les divers appareils que nous allons décrire se différencient principalement les uns des autres par les moyens employés pour satisfaire à cette condition indispensable.

APPAREILS POUR LA LIQUÉFACTION DE L'HYDROGÈNE. — **Appareil de M. Dewar.** — Dans l'appareil de M. Dewar, la réfrigération préliminaire est obtenue en employant successivement la détente d'un courant d'acide carbonique, puis l'air liquide bouillant à la pression atmosphérique, puis enfin l'air liquide bouillant dans le vide.

La figure 3, empruntée à l'*Engineer*, qui a publié en juin une série d'articles sur l'exposition des appareils cryogéniques les plus perfectionnés faite à Saint-Louis par la Royal Commission, représente en coupe ses parties essentielles; tous les organes qui le constituent sont enfermés à l'intérieur d'une caisse à double paroi AB, dont l'épaisseur est garnie de sciure de liège destinée à réaliser un premier isolement thermique.

Pour donner une idée du fonctionnement de cet appareil, nous allons examiner successivement le parcours et les transformations de chacun des trois gaz qui y circulent.

L'acide carbonique comprimé à 75 atmosphères environ, pénètre par le tube de cuivre D et parcourt, en montant, les huit spires du serpentín de faible section que l'on voit dans l'espace annulaire compris entre la paroi B et la face extérieure de la boîte cylindrique en laiton E. Il arrive ainsi à une valve de détente commandée par la manette W et réglée de telle manière que le gaz détendu n'ait plus qu'une pression de 4 atmosphères. L'acide carbonique refroidi par cette opération atteint une température de -60 degrés environ et redescend par un serpentín beaucoup plus gros vers le bas de l'appareil; là, après avoir traversé une petite chambre aplatie que l'on voit à gauche, il est ramené au compresseur par le tube I.

La circulation continue de l'acide carbonique sert à refroidir l'hydrogène et l'air qui, dès leur entrée, sont dirigés dans deux serpentins plus étroits, placés côte à côte à l'intérieur du gros serpentín dont il vient d'être question.

Suivons d'abord le trajet de l'air: ce gaz, comprimé à 180 ou 200 atmosphères, entre par le tube G et est soumis à l'action réfrigérante de l'acide carbonique jusqu'en G₁. De là, après avoir décrit plusieurs spires à l'intérieur d'une chambre P en forme de tore, il arrive en G₂ à l'intérieur d'un *liquéfacteur* absolument analogue à celui que nous avons pris plus haut comme exemple. Le tube cylindrique à vide protecteur est dessiné en NN' et l'air se détend en Z. Le gaz non liquéfié remonte vers le haut en traversant les nombreuses spires du régénérateur de froid, tandis que le liquide se rassemble dans le bas du récipient N', remplit le réservoir à gaine de vide N₂, puis reflue dans le bas de la

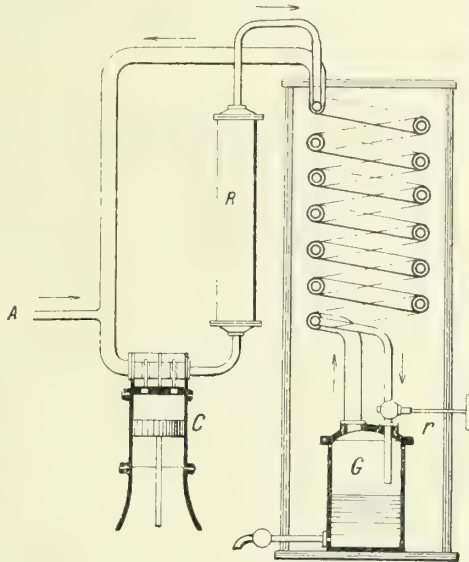


FIG. 2. — Schéma de la machine à air liquide de M. Linde.

(1) Rappelons que, pratiquement, la température absolue T est égale à la température centigrade t augmentée de 273 degrés: $T = t + 273$ degrés.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXI, n° 3, p. 35, et n° 4, p. 54.

(3) On établit en effet, en physique, que le travail de compression isotherme d'un gaz de p_0 à p_1 est proportionnel au logarithme népérien du rapport $\frac{p_1}{p_0}$, c'est-à-dire à $L \frac{200}{20}$, dans le cas réalisé par M. Linde, et à $L200$ dans le cas d'une détente poussée jusqu'à la pression d'une atmosphère. Or, le rapport $L200 : L \frac{200}{20} = L20$ est très voisin de 2,

boîte K où il s'évapore sous une pression voisine de la pression atmosphérique.

Indépendamment des divers organes relatifs au circuit de l'hydrogène qu'on y aperçoit et qui sont convenablement isolés, cette boîte K contient le tube NN' en entier, de telle sorte que les vapeurs dégagées par l'air liquide viennent se joindre à l'air qui s'échappe par la partie supérieure de N après avoir traversé les spires du régénérateur.

On utilise le froid du gaz ainsi rassemblé en le dirigeant, par le tube P₁, à l'intérieur de la cavité en forme de tore P. De là, par une ouverture qui est située vers P₂, et qui n'est pas visible sur la figure, on fait passer le gaz dans l'espace annulaire où circulent les serpents à acide carbonique, puis on le rejette enfin dans l'atmosphère par le tube U, après lui avoir fait traverser la petite chambre S.

L'hydrogène est introduit par le tube H sous une pression de 180 à 200 atmosphères et suit un trajet parallèle à celui de l'air jusqu'en H₁; là, le tube à travers lequel circule ce gaz quitte la chambre P pour pénétrer dans la caisse K et aboutir dans le haut du serpent H₂ qui est en partie immergé dans l'air liquide.

Le gaz acquiert dans ce serpent la température de l'air bouillant sous la pression atmosphérique et est ensuite conduit par un tube que l'on voit sur le côté gauche de la caisse K, dans un second serpent H₃ enfermé dans un logement spécial Q où se trouve l'air bouillant dans le vide.

A cet effet, le compartiment étanche Q où la pression est très faible peut être alimenté en air liquide à l'aide d'un tube d'aspiration Q₁, qui puise ce liquide dans le bas de la caisse K, et est d'ailleurs commandé par un volant d'admission X.

Les vapeurs froides provenant de l'ébullition de cet air passent par le tube V, se répandent dans l'espace compris entre les boîtes K et E, puis sont dirigées vers la pompe à vide par le tube V'.

A sa sortie du serpent H₃ l'hydrogène est enfin conduit dans le liquéfacteur OO' qui est contenu dans une caisse cylindrique L dont le bas traverse la boîte K et dont la partie supérieure est élargie de manière à contenir la chambre Q.

Ce liquéfacteur est du même genre que celui qui est employé pour l'air; l'hydrogène jaillit par la valve de détente Y, et, tandis que la partie liquéfiée se rassemble en M, dans le flacon argenté à vide protecteur, la partie gazeuse remonte à travers les spires du régénérateur jusqu'à l'ouverture du tube O. Là, deux conduits latéraux font passer le gaz à travers la caisse Q et l'amènent dans l'espace annulaire compris entre la paroi interne de L et les parois externes de Q et de OO'. L'hydrogène, encore très froid, sert ainsi à réaliser une sorte de gaine protectrice autour des parties les plus essentielles de l'appareil et est ensuite rejeté à l'extérieur par le tube H₄.

Grâce à ces divers dispositifs, l'hydrogène, dont la température d'entrée est environ 16 degrés, est successivement refroidi à — 60 degrés par l'acide carbonique détendu, à — 75 degrés dans le tore P où circule un courant de retour d'air froid, à — 190 degrés dans l'air bouillant sous la pression normale, puis enfin à — 205 degrés dans

l'air bouillant dans le vide. C'est après avoir atteint cette dernière température qu'il est introduit dans la partie de l'appareil où l'effet Joule-Kelvin entre en jeu et détermine la liquéfaction.

L'emploi final de ce procédé de réfrigération était d'ailleurs indispensable, car, comme nous l'avons signalé plus haut, la méthode des cascades est impraticable dans le cas actuel. En effet, le gaz le moins facilement liquéfiable après l'hydrogène est l'azote ou pratiquement l'air atmosphérique; or nous venons de voir que, par l'ébullition de ce corps dans le vide, on ne peut abaisser la température que dans les environs de — 205 degrés, alors que la température critique de l'hydrogène qu'il faudrait pouvoir atteindre est de — 234 degrés.

Pour appliquer à l'hydrogène la méthode générale qui avait si bien réussi pour tous les gaz jusqu'à l'azote, il eût été nécessaire, comme l'avait fait remarquer M. Olszewski, de posséder et de liquéfier un gaz permanent intermédiaire entre l'azote et l'hydrogène; or un tel gaz n'a pas encore été découvert.

A. LAFAY,

Professeur à l'École Polytechnique.

(A suivre.)

CONSTRUCTIONS CIVILES

EFFONDREMENT DE LA COUVERTURE

d'un réservoir d'eau en construction à Madrid.

L'effondrement de la couverture d'une partie des nouveaux réservoirs de Madrid s'est produit le 8 avril dernier, pendant qu'ils étaient encore en construction; un certain nombre d'ouvriers furent ensevelis sous les décombres, 35 y trouvèrent la mort et 60 autres furent blessés. Depuis cette catastrophe, un autre accident s'est produit sur les mêmes chantiers; comme celui-ci n'a pas entraîné la destruction complète de toute la partie détériorée, il a été possible de recueillir certains renseignements desquels on peut déduire, avec un peu plus de certitude, les causes des deux accidents.

Avant d'examiner ces causes, il est nécessaire de donner une description de ces réservoirs en insistant tout spécialement sur celles des parties qui paraissent avoir entraîné la destruction de l'ouvrage. L'histoire de ces travaux est également intéressante: il permet de voir que les lenteurs administratives sont loin d'avoir été, dans ce cas comme dans bien d'autres, une garantie de sécurité.

L'eau consommée à Madrid est recueillie par un grand réservoir naturel, dont le barrage est à 90 kilom. environ de la ville, et qui est à une altitude suffisante pour assurer directement par gravité l'alimentation des réservoirs de distribution construits dans la ville. L'adduction se fait partie par le lit de la rivière, partie par un aqueduc couvert.

Primitivement il n'y avait en ville qu'un seul réservoir de 58 000 mètres cubes; il devint rapidement insuffisant et on dut en construire un second de 182 000 mètres cubes. Depuis plusieurs années, le mauvais état dans lequel était tombé le premier réservoir détermina son abandon; toute la distribution était donc assurée par le second.

Bien qu'à Madrid la consommation d'eau par habitant ne soit pas élevée, cette réserve de 182 000 mètres cubes fut bientôt reconnue insuffisante pour une ville de 600 000 habitants dont le climat est sujet à de longues périodes de sécheresse. Pour cette raison, on fut donc conduit à augmenter la réserve. Il y avait une autre raison: aux époques de grandes pluies, le sol argileux du bassin de captage est fortement délavé et l'eau entraîne une proportion importante d'argile qui lui donne une couleur brun chocolat qu'elle conserve à son arrivée au réservoir de distribution. Ce phénomène ne se manifeste pas souvent, mais il est assez désagréable pour qu'on ait cherché à y remédier.

La différence de niveau des bassins de captage et de distribution est suffisante pour assurer l'écoulement de l'eau, mais elle ne permet pas l'installation d'un système quelconque de filtration qui nécessiterait un excès de pression à l'arrivée. On estimait, comme cela se produit ailleurs, à Londres par exemple aux réservoirs de Staines, qu'en laissant l'eau séjourner quelque temps dans les bassins de distribution elle déposerait la presque totalité de l'argile entraînée. On sait cependant que, même avec un très long séjour dans les bassins, le dépôt complet des matières en suspension n'est possible que si elles ne se présentent pas sous la forme colloïdale⁽¹⁾.

Ces diverses raisons avaient fait décider, en principe, depuis plusieurs années déjà, la construction d'un troisième réservoir d'une plus grande capacité que les deux premiers. Après de longues discussions, on résolut de faire une réserve de 480 000 mètres cubes et de la répartir en quatre compartiments de 210 585 mètres carrés avec 6^m 65 de hauteur d'eau. Les terrassements furent commencés en 1897

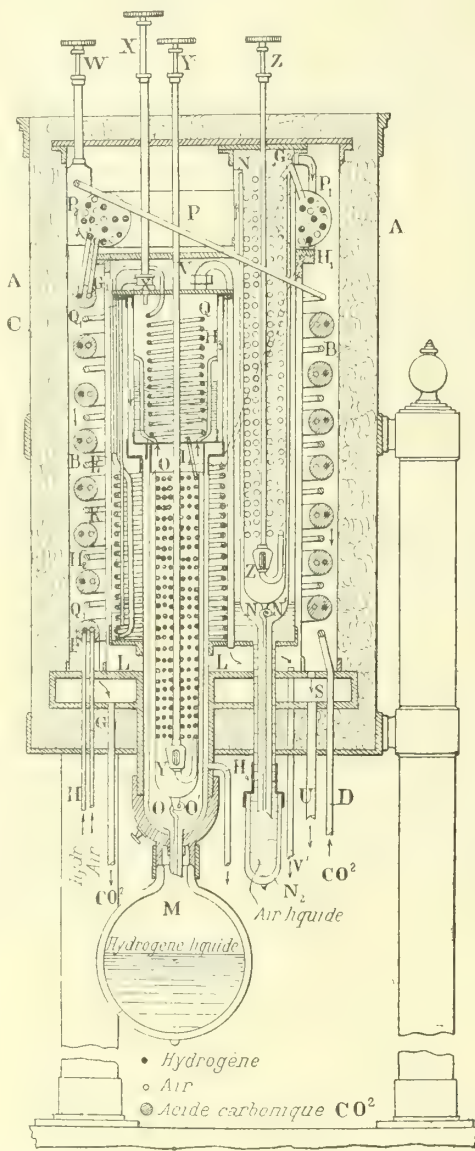


Fig. 3. — Appareil à hydrogène liquide de M. Dewar.

(1) Voir le Génie Civil, t. XLVII, n° 47, p. 283.

et les travaux en briques, comprenant le radier et les murs latéraux communs aux quatre compartiments, furent entrepris, avant qu'on eût adopté définitivement un système de couverture.

Pendant quatre ans on discuta sur cette dernière question; enfin, en 1901, on opta pour le ciment armé et on provoqua les offres des entrepreneurs. A la fin de 1902, un certain nombre de soumissions furent examinées; on accepta celle dont le prix était le plus réduit et on décida la réalisation du système qu'elle proposait en fixant à une année le délai d'achèvement des travaux. Avant de présenter leur rapport sur la valeur respective des diverses propositions, les Ingénieurs du service des eaux exprimèrent quelques doutes sur l'exactitude des hypothèses servant de base aux calculs de stabilité du ciment armé. Ils insistèrent sur la nécessité de procéder, avant l'adjudication finale, à des essais de résistance sur les divers systèmes proposés; leurs conseils ne furent pas suivis. Ces hésitations auraient été excusables dix ans plus tôt; mais, à cette époque, on avait assez d'exemples de travaux en ciment armé pour juger de la valeur des projets présentés et pour pouvoir rejeter ceux qui n'assuraient pas une sécurité suffisante.

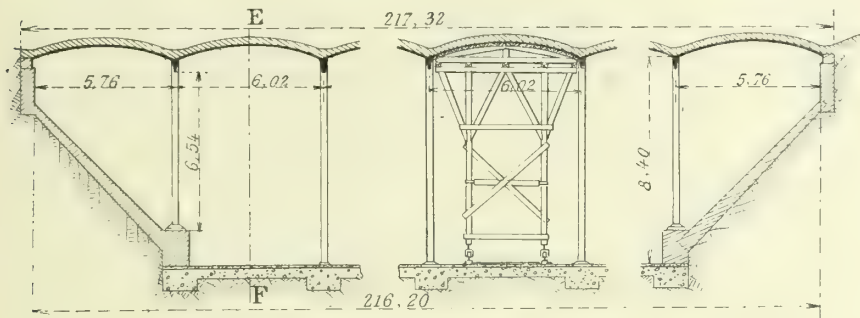


FIG. 1. — Coupe transversale des voûtes suivant GH.

Système adopté. — La couverture du réservoir était constituée par des berceaux paraboliques s'appuyant sur des poutres supportées par des piliers à section carrée. Ces colonnes (fig. 1 à 7) avaient 25 centimètres de côté et 8^m 40 de hauteur jusqu'à la naissance des voûtes avec une ossature métallique formée de quatre tiges en fer de 16 millimètres de diamètre, réunies par un fil de fer tous les 25 centimètres (fig. 3, 6 et 7). Elles reposaient sur des socles en béton de ciment et les fers ronds de leur ossature ne pénétraient que de 8 centimètres dans la maçonnerie de ces socles; l'extrémité des tiges reposait simplement sur deux fers plats encastrés dans le béton.

Les poutres horizontales, reposant sur ces piliers, avaient 50 centimètres de hauteur; leur ossature (fig. 4) se composait : à la base,

pressions. L'ossature de ces voûtes était constituée par des tiges de fer rond de 12 millimètres réunies par un treillage de fils de fer de 6 millimètres (fig. 3, 4 et 7).

Le cahier des charges prescrivait l'emploi d'un ciment de Portland dont la résistance à la tension devait être de 30 kilogr. par centimètre carré après sept jours de prise et de 35 kilogr. après vingt-huit jours. La forme et les dimensions des briquettes d'essais étaient celles qui sont prescrites en France pour les épreuves de résistance. Le Portland de fabrication espagnole qui fut employé, a satisfait aux conditions imposées; ce n'est donc pas la nature des matériaux qui fut la cause déterminante de la catastrophe. Dans la construction des piliers et des voûtes, on employa un mortier contenant 400 kilogr. de ciment par mètre cube de sable; pour les autres travaux on réduisit à 300 kilogr. le poids de ciment mélangé au même volume de sable.

Quand la couverture du compartiment n° 4 s'effondra, on n'avait pas encore commencé les travaux du n° 3, et la couverture des n° 1 et 2 était à demi achevée. La veille de la catastrophe, toutes les voûtes du n° 4 avaient été chargées d'une épaisseur de sable de 80 centimètres sur une largeur de 4 mètres; durant cette épreuve, on ne constata

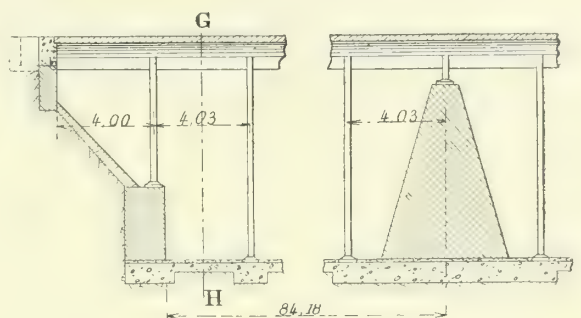


FIG. 2. — Coupe longitudinale des voûtes suivant EF.

aucune déformation. Bien que les effets de dilatation aient pu jouer un rôle dans la catastrophe du mois d'avril, les circonstances dans lesquelles elle se produisit étaient toutes différentes de celles du mois de juin. Les voûtes protégeaient les poutres des rayons solaires et s'opposaient, dans un sens, aux flexions exagérées de ces poutres.

La première explication qui fut donnée sur cet accident fut la suivante. La charge d'épreuve aux essais officiels fut jugée beaucoup trop forte; elle détermina des pressions exagérées sur les piliers qui fléchirent suffisamment pour que la résultante des efforts verticaux sortit du polygone de la section d'encastrement. Cette explication eût été admissible si l'effondrement s'était produit au moment des épreuves, c'est-à-dire quand les voûtes étaient surchargées, ce qui ne fut pas le cas.

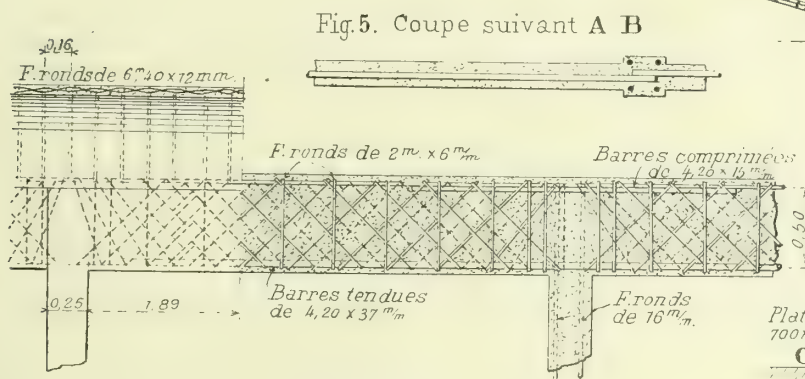


FIG. 4. — Coupe longitudinale d'une poutre.

Fig. 5. Coupe suivant A B

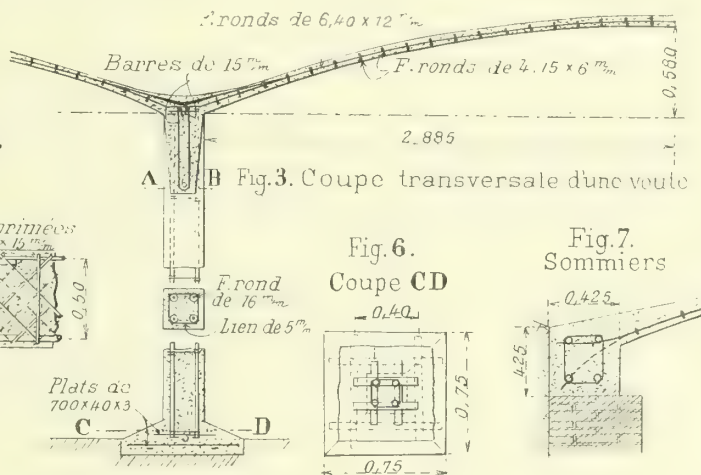
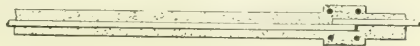


Fig. 6. Coupe CD

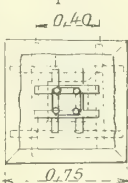


Fig. 7. Sommier

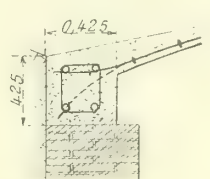


FIG. 3 à 7. — Détails de construction des voûtes des réservoirs en construction à Madrid.

d'une tige de fer rond de 37 millimètres de diamètre destinée à résister à la tension; au sommet, de trois tiges comprimées de 15 millimètres remplaçant la semelle des poutres en fer. Ces barres supérieures et inférieures étaient reliées entre elles par un réseau de tiges verticales et obliques dont le diamètre variait de 4 à 6 millimètres et qui formaient un grillage supportant le béton de ciment.

Les hautes colonnes, de très faible section, comme on l'a vu, n'étaient entretoisées dans aucune direction; rien ne s'opposait donc au flambage et au renversement si les efforts qu'elles devaient supporter n'étaient pas équilibrés.

Les voûtes paraboliques avaient une portée de 5^m 77; la flèche était de 58 centimètres et l'épaisseur de 10 centimètres uniformément, sauf un renforcement aux naissances ainsi que l'exige la répartition des

Le projet ne tenait aucun compte des effets de la température sur les diverses parties de l'ouvrage; les poutres horizontales qui s'étendaient sur deux compartiments contigus avaient une longueur de 178 mètres sans solution de continuité. Il aurait été prudent de prévoir les effets de la dilatation sous un climat comportant des écarts aussi grands et aussi brusques que ceux qu'on observe à Madrid (1). Lorsque la catastrophe du 8 avril se produisit, une partie seulement des voûtes des compartiments 1 et 2 était achevée, toutes les poutres

(1) Un facteur très important et très favorable aux constructions en béton armé réside dans ce fait que la dilatation du fer est sensiblement la même que celle du béton. Il ne s'ensuit pas qu'on puisse négliger les effets de la dilatation dans les ouvrages en béton armé, sur une très grande longueur; on sait prévoir, au contraire, des dispositifs appropriés pour les neutraliser.

et tous les piliers étaient terminés. Pendant tout le mois de mai et les premiers jours de juin ces piliers et ces poutres furent exposés, directement, aux rayons solaires et subirent des écarts de température assez accusés. Le 2 juin, en visitant les travaux, on put constater les effets de la dilatation par les déformations des poutres en certains points. Deux jours plus tard, 200 colonnes environ s'effondrèrent brusquement; pendant quelques jours la température s'abaissa, mais dans la suite la majorité des colonnes qui restaient s'écroulèrent à leur tour.

Dans l'accident du mois de juin, il y a eu des fautes très graves commises par le service de direction et de surveillance des travaux. On ne peut pas s'expliquer comment on a pu laisser, sans étréssillons, des rangées de hauts poteaux simplement reliés dans un sens par une longue poutre horizontale. De plus, on ne comprend pas pourquoi on a pu constater pendant plusieurs jours des déformations sans chercher à y porter remède.

Il est difficile de se prononcer avec précision sur les causes véritables de la catastrophe; il est probable qu'elles sont multiples, cependant il semble qu'on puisse l'attribuer aux causes suivantes :

1° La hauteur exagérée des piliers et leur trop faible section qui n'était pas proportionnée à la hauteur; ces piliers devaient flamber sous un effort vertical relativement faible;

2° L'encastrement tout à fait insuffisant des colonnes dans le radier; une longueur de 8 centimètres sans ancrage seule constituait cet encastrement;

3° L'absence de fruit des colonnes, entraînant leur déversement pour une faible déviation;

4° Pas de système d'entretoisement entre les colonnes, excepté les longues poutres continues sur lesquelles reposait la naissance des voûtes. Un effort transversal de faible importance devait produire leur renversement;

5° La dilatation importante des poutres horizontales pour laquelle rien n'avait été prévu.

Les matériaux employés étant de bonne qualité, les causes de la catastrophe ne peuvent donc être imputées qu'aux erreurs de conception. D'ailleurs, en examinant l'exposé qui précède, on voit que la stabilité de l'ouvrage reposait entièrement sur l'hypothèse de la rigidité simultanée de tous les éléments; une déformation se produisant dans l'une quelconque des parties devait entraîner la dislocation de tout l'édifice. L'enquête qui se poursuit se prononcera peut-être mieux sur les véritables causes de cette catastrophe.

P. R.

CHIMIE INDUSTRIELLE

LA CORROSION DU CUIVRE PAR L'EAU DE MER

Moyens de la prévenir.

M. Uthemann, Ingénieur-conseil de l'Amirauté allemande, a fait récemment une série d'expériences en vue de rechercher un procédé s'opposant à la corrosion du cuivre et de ses alliages par l'eau de mer. Avant de donner les résultats de ces expériences, nous allons rappeler quelques faits relatifs à cette question.

L'usage du cuivre dans les constructions navales remonte à 1761, époque à laquelle l'Amirauté anglaise s'en servit pour la première fois pour le revêtement extérieur des coques en bois dans le but d'empêcher l'adhérence des coquillages. Son emploi s'étendit ensuite rapidement aux parties intérieures des navires, où il se substitua à la fonte dans un grand nombre d'organes, notamment la tuyauterie. La légèreté du cuivre et de ses alliages, la facilité de leur emploi, soit à l'état laminé soit à l'état fondu, satisfaisaient pleinement aux nouvelles exigences de la machinerie marine à laquelle on demandait tous les jours une légèreté de plus en plus grande.

Au fur et à mesure de ces développements, on s'aperçut que la corrosion du cuivre, qui était assez faible aux débuts de son emploi pour qu'on pût la considérer comme négligeable, était devenue très importante. Ainsi, en 1883, elle était cinq à dix fois ce qu'elle était autrefois. Stölzel attribua ce fait à la présence d'impuretés dans le cuivre; ces impuretés provenaient des minerais employés qui étaient importés tandis qu'autrefois on n'employait en Angleterre que des minerais indigènes beaucoup plus purs.

A cette époque, Davy essaya de protéger le cuivre des revêtements en les mettant en contact avec des métaux électropositifs par rapport à lui et par conséquent plus facilement attaquables, comme le fer et le zinc. Il reconnut que la protection était complète quand la surface dudit métal représentait $\frac{1}{10}$ à $\frac{1}{150}$ de la surface à protéger. Il arriva malheureusement que des dépôts de carbonates de chaux et de magnésie s'étant produits, ceux-ci favorisèrent à nouveau le développement des algues et des coquillages, apportant une augmentation de résis-

tance au déplacement de la coque. Des recherches ultérieures, confirmées ensuite par des essais, montrèrent cependant qu'en adoptant pour rapport des surfaces $\frac{1}{150}$ à $\frac{1}{1000}$, cet inconvénient disparaissait et le cuivre restait propre et inattaqué. Néanmoins, ce mode de protection fut abandonné pour des raisons d'ordre pratique. Son étude fut reprise plus tard, d'abord au laboratoire, ensuite à l'arsenal de Toulon, par Becquerel qui attribua son échec à ce que le métal protecteur disparaissait beaucoup trop rapidement, ce qu'on n'avait pas prévu tout d'abord.

Depuis 1883, la question s'est posée à nouveau, non pas pour le revêtement extérieur, mais pour toute la tuyauterie du condenseur et des pompes de cale et de circulation, dont la destruction semble si rapide qu'un grand nombre de navires marchands paraissent avoir renoncé au cuivre, trop coûteux pour cet usage, et préférèrent employer le fer ou la fonte malgré les ennuis d'un renouvellement plus fréquent. La cause de la corrosion du cuivre est certainement de nature électrolytique et doit être attribuée aux impuretés du métal; mais la nature de ces impuretés et la forme sous laquelle elles existent jouent un rôle plus important que leurs proportions dans le métal. On remarque même qu'un cuivre raffiné par les procédés ordinaires par voie sèche, mais contenant encore un peu d'oxydure, se montre moins attaqué que le cuivre chimiquement pur obtenu par électrolyse.

Les alliages de cuivre n'ont rien donné qui soit beaucoup plus satisfaisant. Les spécifications exigeant par exemple moins de 0,6 % de matières étrangères dans le cuivre n'ont donc pas grande signification en ce qui concerne sa résistance à l'eau de mer.

Enfin la concentration, la composition et la température de l'eau de mer semblent jouer un rôle très important dans la vitesse de corrosion. C'est ainsi qu'une eau plus concentrée en sel marin, plus riche en chlorure de magnésium et plus chaude (comme cela se produit pour l'eau qui est dans le condenseur ou qui en sort, ou simplement dans les mers tropicales au voisinage de certaines côtes), est beaucoup plus corrosive.

Tous ces faits montrent nettement qu'il n'y a pas grande protection à attendre d'une modification dans la composition du cuivre et qu'il y a lieu de la rechercher plutôt dans un enduit, métallique ou non, qui le sépare hermétiquement de l'eau de mer, tels sont : le caoutchouc, le goudron, l'asphalte, les vernis, l'enduit américain imaginé par Sabine et qui est un des meilleurs, les laques, l'étain, le zinc. Aucun de ces enduits n'a cependant donné de résultats satisfaisants. Ils sont trop fragiles, d'usure trop rapide, et s'écaillent; de plus, presque tous se fissurent très facilement. La présence de fissures a pour résultat de faire attaquer le cuivre en face du point où elles se sont produites avec une vitesse beaucoup plus grande que si le métal n'était pas protégé du tout.

Le plomb donnerait un assez bon enduit; malheureusement, pour qu'il soit efficace, son épaisseur doit être d'au moins 3 millimètres ce qui alourdit la tuyauterie, diminue son diamètre, augmente la résistance à l'écoulement et enfin empêche le cintrage sur de petits rayons.

M. Uthemann a également recours à un enduit, mais de nature entièrement différente de celle des précédents : c'est un oxyde de fer déposé sur le cuivre au sein même de l'eau de mer et par une forte action électrolytique. L'idée d'un pareil enduit lui a été suggérée, d'abord par les essais de Davy et de Becquerel, ensuite par ce fait d'expérience bien connu, que les tubes en cuivre ou en laiton des condenseurs en fonte s'attaquent peu.

Comme une action électrolytique intense ne peut être produite qu'à courte distance, la pièce à protéger est enveloppée d'un fil ou d'une bande enroulée en spirale, et on emploie le fer de préférence au zinc; le zinc est, en effet, moins électropositif que le fer et, de plus, il a l'inconvénient de se dissoudre dans l'eau de mer. Si l'on plonge un tube de cuivre ainsi préparé dans cette eau, on constate un fort dégagement de bulles gazeuses; en même temps, la liqueur se colore en jaune rougeâtre par suite de la formation d'oxyde de fer aux dépens du fer.

Pendant les premiers temps, le cuivre reste brillant, puis, l'oxydation du fer se poursuivant, le cuivre se couvre entre les spires d'oxyde de fer, lequel devient bientôt assez adhérent pour n'être pas balayé par un courant d'eau très rapide, même après enlèvement de la spirale de fer. Le même dépôt se fait, mais plus lentement, sous les spires mêmes. Si l'on gratte l'enduit avec une raclette ou un objet tranchant, la surface du cuivre apparaît brillante et inaltérée. Quand toute la surface du cuivre est recouverte d'une couche suffisamment épaisse, l'attaque du fer semble ne plus se poursuivre: on peut retirer celui-ci. Le cuivre peut alors séjourner dans l'eau de mer indéfiniment sans altération pourvu que l'enduit subsiste dans toute son intégrité. Le même résultat est obtenu avec les alliages de cuivre.

Des tubes ou des pièces formées de parties soudées, qui sont les unes en cuivre les autres en laiton ou autres alliages de cuivre, ont été essayées et se sont comportées de même. Des tubes étamés se sont moins bien comportés que des tubes non étamés.

Un essai fait avec un tube de cuivre recouvert d'une couche de fer déposée électrolytiquement a montré que l'enduit de fer métallique se

dissolvait entièrement dans l'eau de mer et n'apportait aucune protection, car la surface du cuivre est rapidement mise à nu; c'est donc bien l'enduit d'oxyde, produit comme il a été dit précédemment, qui

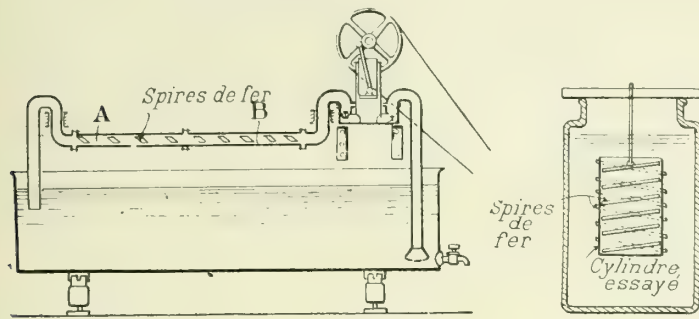


FIG. 1 et 2. — Dispositifs adoptés pour des essais en eau courante et en eau calme.

est protecteur et non pas le fer lui-même. Comme la protection est la même, que l'on s'adresse au cuivre ou à ses alliages, il est préférable d'employer le cuivre pur plutôt que l'alliage à 97 % de Cu et à 3 % de Zn qui est souvent recommandé comme le moins attaquable

Les dispositions adoptées dans le premier cas sont représentées sur la figure 1. Les tubes A et B sont les tubes à essayer; ils sont placés sur le circuit d'une pompe actionnée électriquement qui aspire l'eau d'un réservoir situé au-dessous des tubes A et B et la refoule dans le même réservoir après son passage à travers ces tubes.

Les conditions d'exécution de ces essais reproduisent autant que possible celles qui se présentent à l'usage pour les conduites de cuivre des navires: les tubes A et B sont comme ceux-ci soumis à la double influence de l'air et de l'eau de mer qui sont favorables à la destruction des conduites.

L'appareil marche dix heures par jour, et, grâce à la disposition des tuyaux, l'eau y séjourne pendant l'arrêt de la pompe.

L'eau est renouvelée tous les quinze jours, et la température du laboratoire est maintenue à 20 degrés.

Le tableau ci-dessous résume les résultats obtenus dans ces expériences.

On a essayé des tubes de cuivre électrolytique et des tubes de cuivre ordinaire. Ces tubes étaient nettoyés, polis et pesés avant l'expérience. On a exécuté simultanément, dans des conditions identiques, des tubes protégés et des tubes non protégés, les résultats sont donc comparables.

On a également fait varier la composition de l'eau de mer et le mode d'assemblage des tubes, et enfin, pour étudier si la protection était localisée ou communiquée aux parties voisines, on a exécuté un essai dans lequel l'un des deux tubes seulement était protégé. Après

NUMÉRO de L'ESSAI	DURÉE DE L'ESSAI en jours	SUBSTANCE ESSAYÉE	AVEC OU SANS protection	ACCROISSEMENT OU DIMINUTION DE POIDS en milligrammes par centimètre carré de surface de cuivre	REMARQUES
1° En eau courante :					
1 a	94	cuivre fondu	avec	+ 346,00	Eau renfermant 3,5 % de sel marin. Température 43 degrés.
1 b	94	—	sans	+ 40,23	
2 a	32	—	avec	+ 444,00	Eau renfermant 3,5 % de sel marin. Température, 46 degrés.
2 b	32	—	sans	+ 461,00	
3 a	30	cuivre électrolytique	sans	— 406,50	Eau renfermant 3,5 % de sel marin. Température, 46 degrés.
3 b	30	—	sans	— 473,30	
4 a	187	—	avec	+ 700,70	Eau renfermant 3 % de sel marin et 0,5 % de chlorure de magnésium. Température, 48 degrés.
4 b	187	—	avec	— 845,50	
5 a	187	—	sans	— 522,70	Eau renfermant 3 % de sel marin et 0,5 % de chlorure de magnésium. Température, 48 degrés.
5 b	187	—	sans	— 733,40	
2° En eau dormante :					
1 a	59	cuivre électrolytique	avec	— 444,30	Bain renfermant 3,5 % de sel marin et 0,8 % d'acide chlorhydrique. Température + 5 à — 20 degrés. Spires extérieures seulement.
1 b	59	— { jaune	avec	— 633,60	
1 c	59	— { rouge	sans	— 3 664,50	
2 a	33	— électrolytique	avec	+ 71,80	Comme en 1.
2 b	33	— { jaune	avec	+ 435,70	
2 c	33	— { rouge	sans	— 88,30	
3 a	498	— électrolytique	avec	+ 267,50	Bain, eau de mer, 3,5 %. Température, 48 degrés. Spires extérieures seule- ment. Les cylindres recouverts avant l'essai d'une couche de fer électroly- tique.
3 b	498	— —	sans	— 553,40	
3 c	498	— { jaune	avec	+ 105,30	
3 d	498	— { rouge	sans	— 4 325,00	
4 a	74	— fondu	avec	+ 20,35	Bain, eau de mer, 3,5 %. Température, 22 degrés. Spires extérieures seule- ment.
4 b	74	— —	sans	— 556,00	
4 c	74	— { jaune	avec	+ 4,49	
4 d	74	— { rouge	sans	— 422,00	
5 a	74	tube de condenseur bronze Heckmann	avec	+ 39,30	Bain, eau de mer, 3,5 %. Température, 22 degrés. Spires intérieures et exté- rieures.
5 b	74	cuivre jaune	avec	+ 47,90	
5 c	74	bronze Heckmann	sans	— 497,00	
5 d	74	cuivre jaune	sans	— 300,00	

à l'eau de mer, mais qui est aussi plus coûteux et d'emploi moins facile que le cuivre.

Ce mode de protection s'applique également à la tuyauterie des pompes de cale, dont l'eau est généralement acide et éminemment corrosive, et aux canalisations des appareils frigorifiques utilisant une saumure assez concentrée comme liquide incongelable.

M. Uthemann a fait un grand nombre d'expériences du genre précédent; il a opéré sur des tubes de cuivre soumis à l'action, soit de l'eau courante, soit de l'eau dormante; ces expériences ont été poursuivies pendant deux ans.

chaque essai, le fil de fer enroulé en spirale, qui constitue le protecteur, était enlevé; le tube était nettoyé, lavé à l'eau, à l'alcool et à la benzine, puis pesé.

Toute augmentation de poids (due au dépôt d'oxyde) indiquait une protection; toute diminution prouvait nécessairement la disparition, et par conséquent l'attaque du cuivre; cette perte de poids va, d'ailleurs, en augmentant avec le temps.

Les essais en eau dormante ont été exécutés avec des cylindres minces en cuivre, disposés comme le montre la figure 2, c'est-à-dire dans un vase en verre. On a pris des cylindres, soit en cuivre jaune,

soit en cuivre rouge, soit encore des cylindres ayant une moitié en cuivre jaune, l'autre en cuivre rouge.

On a également essayé, par cette méthode, des tubes de condenseurs, en cuivre et en bronze. Tous ces tubes étaient, comme précédemment, polis et pesés avant l'essai. Les spires de protection ont été disposées, soit seulement intérieurement, soit à la fois intérieurement et extérieurement. La température était de 20 degrés, et l'eau, prise dans le golfe de Dantzig, était évaporée de façon à contenir $3\frac{1}{2}\%$ de sel. M. Uthemann employa aussi une solution à 3 % de sel ordinaire et à 0,5 % de chlorure de magnésium; enfin, pour rechercher si la protection du fer était obtenue dans les eaux acidulées, il ajouta aussi, dans certains cas, 0,1 % d'acide chlorhydrique.

Au commencement de l'attaque du fer, il y a formation d'une grande quantité de rouille sur le protecteur, ce qui peut nécessiter des rinçages du tube avant son utilisation. Cette formation de rouille détériore peu les spires d'acier protecteur: une de ces spires, de 0mm5 d'épaisseur, après une année d'emploi, n'avait rien perdu de son élasticité ni de sa cohésion.

M. R.

HYDRAULIQUE

LES POMPES-TURBINES MULTICELLULAIRES ACTUELLES

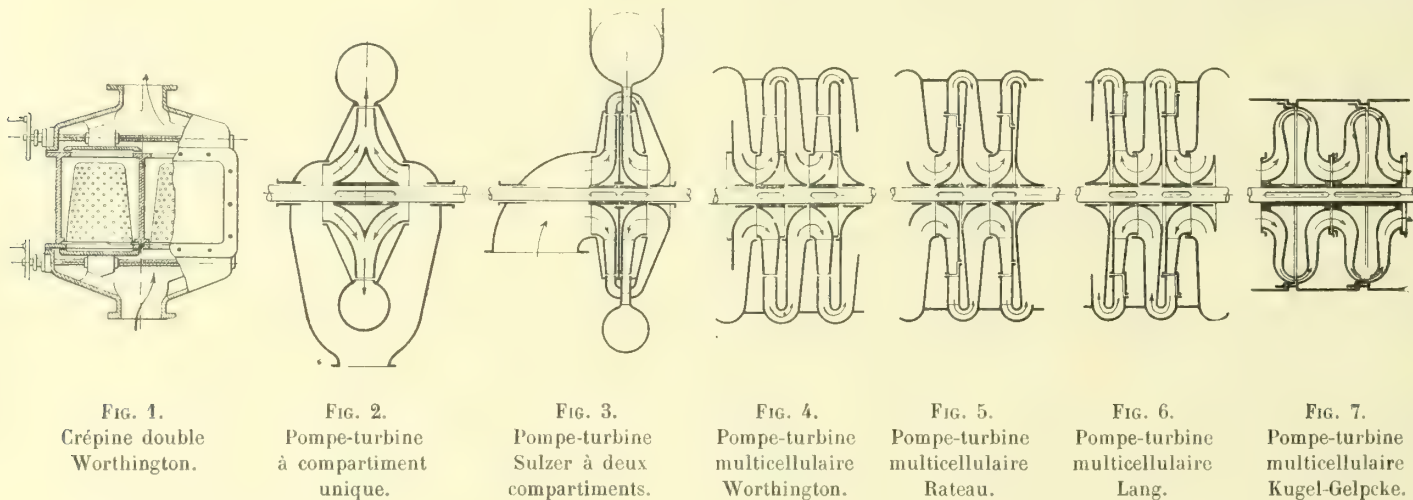
L'extension des moteurs électriques, qui marchent ordinairement à de grandes vitesses et qui souvent se sont substitués aux machines à vapeur, a eu pour conséquence le remplacement, dans un grand

principe sur lequel ces pompes sont basées: leur débit décroît dans le même rapport que la vitesse, alors que la hauteur de refoulement diminue proportionnellement au carré de cette vitesse. Aussi les anciennes pompes ne pouvaient être utilisées que si le débit et la hauteur de refoulement restaient à peu près constants pour une vitesse donnée; ce cas se présente d'ailleurs très souvent dans la pratique. Par contre, ces circonstances rendent, dans ce même cas, la pompe autorégulatrice, car son débit diminue très rapidement lorsque la hauteur de refoulement s'accroît très peu, et devient nul pour une hauteur maximum donnée, pour augmenter sensiblement dès que cette hauteur est à nouveau redescendue au-dessous du maximum.

Pour qu'elles aient un débit variable avec une hauteur de refoulement constante, il faut munir ces pompes d'un dispositif spécial permettant d'étrangler plus ou moins l'ouverture du conduit de refoulement, de manière à introduire une résistance et, par conséquent, une perte de charge; mais cet étranglement a malheureusement pour effet de diminuer sensiblement le rendement, les aubages de la pompe ayant été étudiés pour le débit normal.

La vitesse restant la même, si l'on veut, au contraire, pouvoir faire débiter à la pompe des volumes constants sous des pressions différentes, on est obligé, soit d'accoupler plusieurs pompes en série, soit de se servir d'une pompe multicellulaire, dont on peut mettre un ou plusieurs compartiments hors circuit; avec ces mêmes pompes multicellulaires, on peut également atteindre les pressions de refoulement très élevées, que les pompes à piston semblaient seules pouvoir donner, dans le cas, par exemple, des presses pour ascenseurs et monte-charges.

En se conformant à ces indications, on peut atteindre avec les



nombre de cas, des pompes alternatives par des pompes rotatives, bien que ces dernières fussent, à l'origine, d'un rendement mécanique bien inférieur.

Pour donner un bon rendement, la pompe alternative doit, en effet, marcher à petite vitesse, alors que le moteur électrique qui la commande doit en avoir une grande; l'accouplement de ces deux machines ne peut donc guère se faire dans de bonnes conditions que par l'intermédiaire d'engrenages qui dissipent beaucoup d'énergie et qui, en outre, sont bruyants et encombrants. Les pompes rotatives ne donnent, au contraire, de bons rendements qu'à des vitesses éle-

pompes rotatives, et particulièrement avec les pompes-turbines bien construites, fonctionnant à leur vitesse normale, des rendements aussi élevés qu'avec les pompes à pistons; elles possèdent, en outre, un certain nombre d'avantages sur ces dernières, principalement leur simplicité et leur faible encombrement.

Parmi toutes les pompes rotatives, ce sont, toutefois, les pompes à plusieurs compartiments qui donnent les meilleurs résultats; contrairement à ce que l'on serait tenté de croire et ainsi que la pratique l'a démontré, plus ces compartiments sont nombreux, plus le rendement total est élevé. Ce fait est dû à ce que les pertes les plus fortes

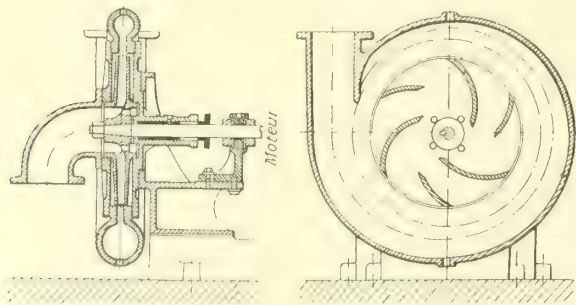


FIG. 8 et 9. — Coupes verticales d'une pompe Worthington à volute.

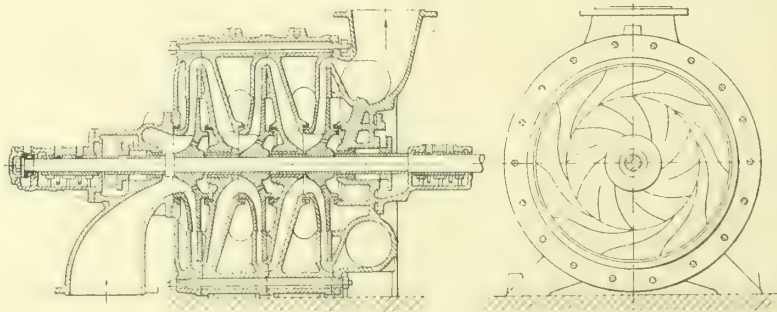


FIG. 10 et 11. — Coupes verticales d'une pompe-turbine Jaeger.

vées; elles peuvent donc être accouplées directement aux moteurs et cela sans que le rendement de l'ensemble soit très inférieur à celui qu'eût donné l'autre combinaison.

L'emploi des anciens modèles de ces pompes présentait toutefois des difficultés que l'on a cherché à éviter autant que possible dans les nouveaux. Quelques-unes de ces difficultés résultent directement du

se produisent dans le premier compartiment, qui est celui d'aspiration, de la machine travaillant au-dessous de la pression atmosphérique; le rendement dans les autres compartiments dans lesquels l'eau venant du précédent est refoulée, est plus élevé. Le rendement total moyen croît avec leur nombre; sa valeur est égale, non pas au produit des rendements partiels, mais à leur moyenne arithmétique,

chacun des compartiments ne correspondant qu'à une fraction de la hauteur de refoulement totale. Dans ce système, l'arbre portant les couronnes de chaque compartiment est de diamètre constant et ne comporte que deux presse-étoupes; les pertes par frottements, au passage de cet arbre, sont donc constantes et la portion de ces frottements, entrant en compte pour le rendement de chaque cellule, décroît quand leur nombre croît.

Pour donner de bons résultats, toutefois, ces pompes doivent être, comme les pompes à piston, pourvues de dispositifs spéciaux évitant l'introduction de corps étrangers beaucoup plus nuisibles encore pour elles, et permettant d'examiner leurs organes facilement dans le cas d'accident ou d'engorgement des conduites.

La figure 1 représente une crépine double, employée par les Etablissements Worthington, s'intercalant sur la partie dénoyée de la conduite d'aspiration. Cet appareil, qui peut être nettoyé pendant la marche des pompes, se compose d'une boîte en fonte, séparée en deux compartiments par une cloison verticale, chacun de ces compartiments renfermant une crépine tronconique. Cette boîte est munie de deux registres, actionnés par vis et volant, servant à isoler entièrement l'une de ces crépines pendant que l'autre est en service, de portes d'accès et de deux surfaces inclinées, contre lesquelles viennent se coincer des blocs qui, fixés aux registres, maintiennent ceux-ci appliqués contre les ouvertures des compartiments.

On aura une idée du mode de construction actuel des pompes-turbines multicellulaires en examinant les figures schématiques 2 à 7, empruntées à une étude de M. Muller publiée dans la *Zeits. des Ver. deutsch. Ing.*, du 22 juillet, depuis le type très répandu de la figure 2,

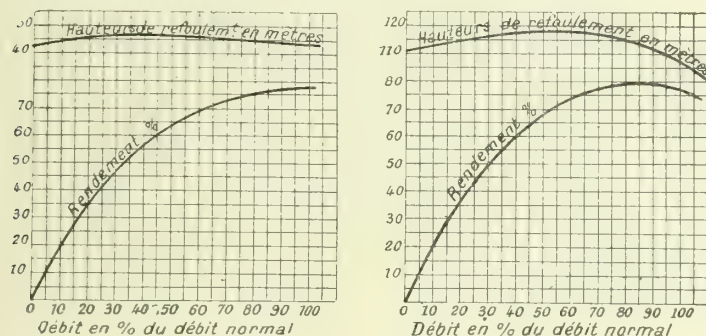


FIG. 12 et 13. — Diagrammes de rendement de deux pompes-turbines multicellulaires.

qui comporte une seule turbine à double ceillard, jusqu'aux types dont le nombre de compartiments ajoutés en série les uns aux autres est théoriquement illimité, en passant par le type Sulzer de la figure 3, dont les deux compartiments sont conjugués et où le changement de direction du courant liquide équilibre les pressions longitudinales sur l'axe de la pompe (1).

La figure 4 montre le principe des pompes Worthington et Jaeger où l'équilibrage des poussées axiales sur l'arbre s'obtient en faisant communiquer par une ouverture les deux faces de la cloison sur laquelle elles s'exercent et en munissant la partie mobile de la turbine de deux bagues étanches; l'arbre est néanmoins pourvu de paliers de butée à billes pour le cas où l'usure anormale d'une bague ou toute autre cause provoquerait la rupture de l'équilibre ainsi obtenu.

Lorsque les cellules sont montées côte à côte en plus grand nombre on peut aussi les disposer en deux groupes donnant des poussées résultantes opposées et calées sur un même arbre avec leur moteur, mais dans ce cas encore on munit l'arbre de paliers de butée ou d'arrêt.

Les figures 5 et 6 représentent les types Rateau (2) et Lang, où les poussées axiales sont contre-balançées par la forme donnée à l'extrémité des aubages mobiles, dont une paroi est de diamètre supérieur à l'autre.

Les figures 8 et 9 donnent les coupes de la pompe Worthington dite « à volute », et les figures 10 et 11 celles de la pompe-turbine Jaeger à trois cellules.

La première de ces machines est entièrement dépourvue d'aubages directeurs; elle est munie d'une enveloppe collectrice de section croissante, communiquant avec l'intérieur de la turbine par un canal

étroit qui en constitue la caractéristique; elle donne, comme pompe-turbine simple et pour des hauteurs de refoulement allant jusqu'à 15 mètres, un rendement de plus de 70 %.

La pompe tricellulaire Jaeger est, au contraire, pourvue d'aubages directeurs; ses compartiments, qui travaillent tous en série, sont entièrement indépendants et peuvent être montés en nombre quelconque côte à côte.

Aux essais faits par M. Muller, ces pompes ont donné des résultats qui sont représentés graphiquement par les courbes des figures 12 et 13. La figure 12 se rapporte à une pompe à deux compartiments débitant 3 500 litres par minute, à une hauteur de 43 à 45 mètres; la courbe supérieure donne les hauteurs de refoulement totales (résistance des conduites comprises), et la courbe inférieure le rendement, les débits en pour cent du débit normal étant portés en abscisses.

La figure 13 donne des résultats analogues pour une pompe à six compartiments, débitant 2 000 litres par minute à 110 mètres de hauteur.

Ces essais ont été faits en prenant l'eau dans un réservoir inférieur ouvert et en la refoulant sous pression dans un autre réservoir fermé d'où elle revenait au premier après avoir été jaugée. La force motrice était fournie à la pompe par l'intermédiaire d'une courroie et mesurée par un dynamomètre de construction spéciale et très simple.

Ce dynamomètre (fig. 14 et 15) se compose de deux poulies, l'une R motrice, l'autre R₁ réceptrice; celle-ci est folle sur leur arbre commun et la liaison entre ces deux poulies est faite par l'intermédiaire d'un bras L portant deux paires de galets O et O₁, montés sur billes et en contact avec deux surfaces d'entraînement G et G₁, solidaires chacune d'une des poulies R et R₁. Ces deux surfaces G et G₁ font entre elles un certain angle (fig.

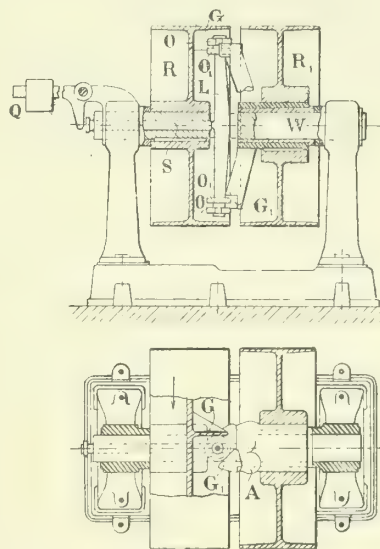


FIG. 14 et 15. — Coupe verticale et plan du plan du dynamomètre de rotation employé par M. Muller.

15) et le bras L, portant les galets, est pourvu en son milieu d'un pivot qui vient s'appuyer contre une tige S, dont l'autre extrémité est en contact constant avec le petit bras d'un levier coudé dont le grand bras est chargé d'un contrepoids mobile Q. Lorsque les deux poulies ont à transmettre un effort, les galets coincés entre les deux surfaces G, G₁, tendent à se déplacer vers la poulie motrice et à repousser la tige S en soulevant le contrepoids; la position de ce dernier permet donc, son poids étant connu, de calculer à chaque

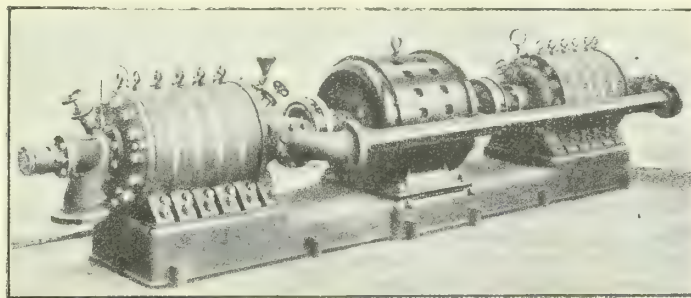


FIG. 16. — Pompe-turbine à douze compartiments débitant 60 mètres cubes à l'heure

instant la valeur exacte de l'effort transmis. Ce dynamomètre est très sensible et a donné, dans chaque cas, des indications très exactes.

La figure 16 permet de se rendre compte des dispositions d'ensemble d'une pompe Jaeger à douze cellules, disposées en deux groupes placés en série avec le moteur électrique au milieu; cette pompe débite 1 000 litres d'eau par minute à une hauteur de 336 mètres.

F. H.

(1) La maison Sulzer construit des pompes quadruples et sextuples constituées par la disposition en série de plusieurs pompes du type de la figure 3. Voir à ce sujet le *Genie Civil*, t. XLI, n° 16, p. 251.

(2) Voir le *Genie Civil*, t. XL, n° 16, p. 260, pour la description détaillée des pompes Rateau.

VARIÉTÉS

Essais d'une machine compound
à très faible consommation de vapeur.

La machine à vapeur a reçu, dans ces dernières années, des améliorations si importantes qu'il est utile de comparer les progrès récents aux progrès antérieurs. On ne peut le faire évidemment d'une façon rigoureuse que par le rapprochement de résultats obtenus dans des conditions analogues, et, vu l'impossibilité de les obtenir, on doit se contenter de quelques chiffres déterminés de temps à autre pour marquer les étapes parcourues dans la voie du progrès.

C'est à ce point de vue que nous croyons utile de signaler les résultats remarquables qu'a donnés, aux essais, une machine compound de construction récente, dans laquelle les constructeurs se sont efforcés d'obtenir une consommation de vapeur aussi faible que possible en profitant de tous les avantages que donnent le compoundage, la surchauffe et un bon système de distribution. La consommation de vapeur est descendue à 3^{kg} 89 par cheval-heure indiqué et n'a pas dépassé 4^{kg} 2 pour des variations de charge considérables.

Ces chiffres sont extrêmement bas, la valeur minimum en particulier n'a jamais été atteinte même pour les machines à triple expansion, bien qu'il s'agisse ici d'une machine compound à deux cylindres.

Nous donnons les renseignements qui suivent d'après l'*Engineer*, du

Puissance nominale (à 100 tours)	chevaux .	500
Pression par centimètre carré	kilogr.	8
Diamètre du cylindre H. P.	millim.	530
— B. P.	—	915
Course des pistons	—	910

Pour les épreuves de cette machine, on a procédé à six essais successifs qui sont rapportés sur le tableau ci-dessous : le premier et le deuxième étaient à charge maximum, le troisième et le cinquième aux trois quarts de cette charge maximum, le sixième à un peu moins de la moitié de cette charge, le quatrième enfin à la charge la plus faible, représentée ici par la puissance nécessaire pour actionner la transmission du tissage qu'elle dessert, aucun des métiers n'étant en fonction.

Ce tableau montre que la distribution a fonctionné d'une façon remarquable aux différentes charges, puisque les consommations de vapeur par cheval-heure indiqué sont à peine plus fortes à la charge minimum qu'à la charge maximum, et surtout sont très faibles en valeur absolue. Cette consommation est descendue à 3^{kg} 89 environ de vapeur, surchauffée de 110 degrés, pour une puissance de 146 chevaux indiqués, taux qui n'avait encore jamais été atteint, même avec des machines à triple expansion beaucoup plus puissantes. En tenant compte également des pertes de calorique dans la tuyauterie et par rayonnement à la chaudière, cette consommation correspond à environ 5 kilogr. de vapeur saturée ou 450 grammes de charbon à l'heure et par cheval indiqué.

Número d'ordre de l'essai	I	II	III	IV	V	VI
Durée de l'essai en heures	4,842	4,854	4,961	0,5277	4,408	0,90
Poids de vapeur admise par heure au cylindre H. P. kilogr.	1986	1943	1400	583	1298	1016
Pression à l'entrée du cylindre H. P. kilogr. par cm ² .	8,26	8,26	8,26	8,05	8,22	8,05
Températures à la soupape de mise en route degrés centigrades.	394	391,2	397,3	384,6	398,4	387,9
Températures à l'entrée du cylindre H. P. —	316	309,9	298,3	287,7	364,4	297,8
Températures à la sortie du cylindre B. P. —	48,8	47,2	40	43,3	36,4	33,8
Températures de l'eau à la sortie du condenseur —	38,8	38,3	25,3	24,1	24,6	17,7
Vide au condenseur en millimètres de mercure	670	670	686	672,5	696	696
Pression moyenne dans le cylindre H. P. mesurée sur le diagramme kilogr. par cm ² .	2,91	2,93	2,28	0,97	2,21	1,70
Puissance correspondante développée dans le cylindre H. P. en chevaux-vapeur indiqués	256,9	257,7	204,8	85,8	191,6	149,8
Pression moyenne dans le cylindre B. P. mesurée sur le diagramme kilogr. par cm ² .	0,853	0,805	0,560	0,232	0,531	0,37
Puissance correspondante dans le cylindre B. P. en chevaux-vapeur indiqués	221,3	204,8	146,0	61,0	138,7	107,8
Tours par minute	100,6	100,7	100,6	100,7	100,7	100,7
Vitesses des pistons en mètres par seconde (moyenne)	3,049	3,05	3,049	3,05	3,05	3,05
Puissance indiquée totale	481,2	462,5	347,8	146,8	333,3	257,6
Rendement thermique %	21,39	21,02	21,46	22,07	21,86	21,86
Poids de vapeur consommée par cheval-heure indiqué kilogr.	4,427	4,203	4,0301	3,895	3,93	3,96
Poids de la vapeur saturée équivalente —	4,83	4,90	4,75	4,34	4,56	4,58

2 juin; il convient de remarquer que les essais ont été conduits par M. Longridge dans des conditions d'impartialité et de compétence telles qu'elles donnent la plus grande garantie de certitude aux chiffres rapportés.

La machine est à condensation, du type pilon-compound à manivelles calées à 90 degrés et à cylindres parallèles, sans enveloppes; elle a été construite par MM. Cole, Marchent et Morley, de Bradford; elle fonctionne depuis plus d'un an, dans un tissage de Belfast, sans que son rendement ait sensiblement varié. Elle est alimentée avec de la vapeur surchauffée à 370 degrés, à une pression de 8 kilogr. par centimètre carré; à l'entrée du petit cylindre, sa température est encore de 280 degrés.

La distribution est à tiroirs cylindriques formant soupapes équilibrées; cette distribution est la seule, en effet, qui semble pouvoir fonctionner convenablement à cette température, les obturateurs Corliss et les soupapes ordinaires ne la supportant que très difficilement. Son avantage principal est que les soupapes équilibrées peuvent être ouvertes ou fermées dans de bonnes conditions, même pour des charges de la machine beaucoup plus faibles que sa charge normale.

Les soupapes d'admission des cylindres H. P. sont commandées par un excentrique et par déclic, et réglées par un régulateur à force centrifuge; celles du cylindre B. P. sont actionnées par un second déclic, mais réglées à la main. Les soupapes d'échappement, distinctes des soupapes d'admission, sont manœuvrées directement par un excentrique.

Le surchauffeur employé ici est un surchauffeur Schmidt indépendant, ayant une surface de chauffe totale de 96 mètres carrés et une grille de 1^m202. Il sert également à surchauffer et à sécher la vapeur entre les deux cylindres.

Les caractéristiques de la machine sont les suivantes :

Ainsi que le fait remarquer M. A. Mallet dans le *Bulletin de la Société des Ingénieurs civils*, de juin 1905, la consommation de vapeur ci-dessus, de 3^{kg} 89 par cheval-heure indiqué, correspond à une réduction de 55 % sur celles des machines à vapeur considérées comme étant les plus économiques en 1847 et couronnées comme telles, à cette époque, par la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale. Cependant, déjà, à ce moment, des Ingénieurs autorisés croyaient pouvoir déclarer que la machine à vapeur était presque arrivée à la perfection et qu'il n'y avait plus de progrès sensible à espérer dans sa construction.

Contrôleur - avertisseur de tirage.

A l'Exposition de la Société d'Hygiène Italienne, à Milan, figure un appareil imaginé par M. Enrico Bertini, que l'auteur a appelé *noserocopia* et qui est destiné à éviter les accidents provenant du mauvais tirage des appareils de chauffage. Nous en donnons une description d'après le *Monitore Tecnico*, du 20 août.

La combustion normale, dans une cheminée ou dans un poêle, est caractérisée par un léger excès de la pression atmosphérique sur la pression qui règne à l'intérieur de la chambre de combustion. Cette faible différence de pression détermine le tirage; quand elle existe, dans le sens que nous venons d'indiquer, la combustion peut se faire normalement: il y a appel d'air du local chauffé dans la cheminée et le refoulement des produits de la combustion ne peut pas se produire. Si, pour une raison quelconque, le tirage ne se produit plus, la combustion cesse d'être complète. La différence de pression se manifeste alors en sens inverse, c'est la chambre de combustion qui est en charge sur l'atmosphère, et il y a formation d'une proportion importante d'oxyde de carbone: les gaz toxiques qui sont en plus grande abondance maintenant, par suite de la combustion incomplète, refoulent dans la

pièce et peuvent produire des effets d'asphyxie si l'on n'est pas en éveil.

L'appareil imaginé par M. Bertini utilise ces faibles variations de pression pour fermer le circuit d'une sonnerie électrique qui ne cesse de tinter tant que le tirage n'est pas rétabli. Les figures 1, 2 et 3 sont des vues de l'appareil monté sur une cloison.

Un axe vertical *a*, très léger en acier, a ses deux extrémités terminées en pointe. La pointe supérieure est engagée dans un petit collier fixé au cadre de l'appareil, la pointe inférieure repose dans un godet *c* contenant du mercure. Sur cet arbre est fixé un bras équilibré *d* dont les deux extrémités, retournées à angle droit et en sens inverses, portent des disques très légers *e* et *e'*. Le disque *e'* ne sert qu'à l'équilibrage, tandis que la tige du disque *e* pénètre à frottement doux dans un tuyau *f* communiquant avec la chambre de combustion. A la partie inférieure de l'axe *a* est fixée une petite lame de platine *g* en face d'une vis micro-métrique de réglage *h*, dont l'extrémité est également en platine. Les pièces *c* et *h* sont isolées du cadre de l'appareil; elles forment les bornes d'un circuit électrique dans lequel se trouve une sonnerie. Les deux branches du bras *d* sont en matière mauvaise conductrice et le collier dans lequel est engagé le pivot supérieur de l'arbre *a* est isolé du cadre de l'appareil.

Quand la pression atmosphérique est supérieure à celle de la chambre de combustion, le disque *e* occupe la position indiquée par les figures 2 et 3; la lame de platine *g* est écartée de la vis *h*, le circuit est ouvert. Au moment où le tirage cesse, le disque *e* est poussé vers l'extérieur du tuyau *f*, l'axe vertical *a* tourne légèrement et la lame de platine *g* venant en contact avec le pointeau *h*, le circuit est fermé. La sonnerie tinte jusqu'au moment où le tirage est rétabli. La tige du disque *e* glissant à frottement doux dans la plaque qui ferme le tuyau *f*, a un jeu suffisant pour que ce frottement soit négligeable et ne nuise pas à la sensibilité de l'appareil.

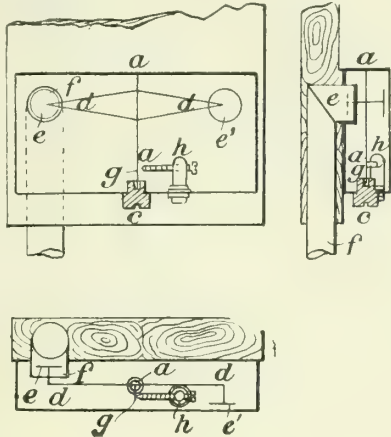


FIG. 1, 2 et 3.
Élévation, coupe transversale et plan
du contrôleur-avertisseur de tirage.

Les locomotives américaines à grande puissance.

Cette question a fait l'objet d'un important rapport présenté par M. Muhlfeld (1) au Congrès des Chemins de fer, qui s'est réuni, il y a quelques mois, à Washington. Par locomotive à grande puissance, l'auteur entend, s'il s'agit de trains de voyageurs, les machines capables de développer, au démarrage, un effort de traction d'au moins 9 000 kilogr. dans les cylindres, et de prendre rapidement une grande accélération; pour les trains de marchandises, cet effort doit atteindre un minimum de 18 000 kilogr. Ces chiffres n'ont rien d'absolu, mais ils correspondent aux exigences actuelles, soit comme vitesse, soit comme tonnage du trafic américain. Une locomotive à grande puissance doit, en outre, être étudiée et construite de manière à produire le plus grand travail possible par unité de combustible consommé, et à fournir le maximum d'efficacité dans sa conduite. Tous les types actuels de machines rentrant dans cette catégorie, aux États-Unis, sont passées en revue; des tableaux très complets, donnant leurs conditions d'établissement, ainsi que la nature du service auquel elles sont affectées, sont joints aux photographies qui les représentent.

Parmi les locomotives à marchandises, il convient de mentionner le type articulé Mallet, compound à quatre cylindres, emprunté à la pratique européenne pour les lignes à fortes rampes et à courbes de faible rayon; puis la nouvelle machine « Consolidation », à simple expansion, pour trains rapides et lourds. Le nombre des essieux accouplés varie de 6 à 8. Les locomotives à adhérence totale sont plutôt à recommander pour ce genre de service, aussi est-il préférable de ne pas leur appliquer de bogies.

Pour les locomotives à voyageurs, le type « Pacific », à six essieux, dont trois accouplés, convient bien sur les lignes à profil accidenté, et chaque fois qu'une vaporisation très soutenue est nécessaire. La présence d'un essieu porteur à l'arrière facilite d'ailleurs l'agrandissement du foyer et, par suite, l'augmentation de la surface de grille. Il en est de même du type « Atlantic », à deux essieux accouplés, qui doit être préféré sur les lignes à profil facile et pour les trains les plus rapides. L'application du système compound à ces dernières machines, avec équilibrage des mouvements de propulsion,

c'est-à-dire les pistons H. P. se mouvant en sens contraire des pistons B. P., fait de grands progrès en Amérique, malgré les inconvénients qui résultent de l'emploi d'essieux coulés et de mécanismes intérieurs.

A ces considérations générales, succède l'examen des conditions que doivent remplir, dans les locomotives à grande puissance, leurs divers organes et, en première ligne, les chaudières. Il faut, pour ces générateurs, que la surface de chauffe soit disposée de manière à absorber complètement la chaleur dégagée, que la combustion des gaz soit effectuée entièrement avant leur arrivée dans la boîte à fumée, que le plan d'eau ait une grande superficie, afin de faciliter le dégagement de la vapeur, que le volume du corps cylindrique soit assez grand pour empêcher les fluctuations trop grandes de pression ou du niveau de l'eau; enfin, il faut que les épaisseurs soient calculées avec un facteur de sécurité élevé. La nature du combustible à employer (houille, anthracite, bois, pétrole) est indifférente, pourvu que le foyer soit bien approprié à sa combustion.

Il est désirable que le chargement se fasse automatiquement, surtout pour les longs parcours, afin de réduire la fatigue, souvent très grande, du chauffeur. Avec les combustibles liquides, le problème est facilement résolu. Les eaux d'alimentation doivent, pour la conservation des chaudières, être préalablement épurées et, si possible, réchauffées, ce qui ne dispense pas des lavages fréquents.

Dans le but d'augmenter l'effet utile de la vapeur, l'application de la surchauffe se recommande plus que le compoundage pour les locomotives devant développer une grande puissance sous un faible poids. Il ne faut pas oublier non plus un facteur important d'économie, en ce qui concerne la production de vapeur, et qui réside dans la protection des parois de la chaudière contre le rayonnement, en les revêtant d'enveloppes calorifuges, à base de magnésie ou d'amiante. Les cylindres à vapeur doivent être de construction robuste, en fonte d'excellente qualité, et munis d'une chemise intérieure, qu'on peut remplacer en cas d'usure. Les mécanismes de distribution à recommander, par leur simplicité et leur fonctionnement, sont ceux du système Walschaert.

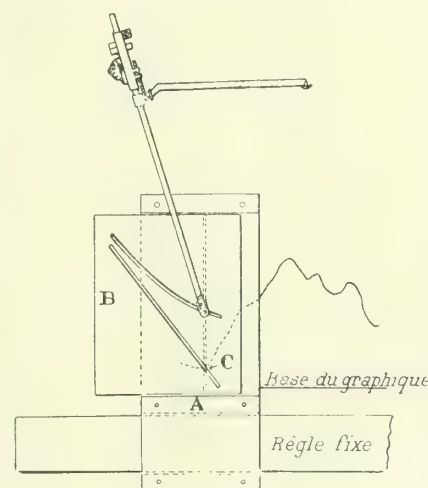
Cette étude se termine par quelques considérations instructives sur le choix des matériaux de construction, les moyens d'action des ateliers de réparation, la visite et l'entretien des machines, la résistance des trains et les limites de vitesse.

Évaluation des débits moyens à l'aide du planimètre.

On a souvent à calculer le débit moyen d'une conduite ou d'un canal avec un graphique enregistrant d'une façon continue les hauteurs d'eau au-dessus d'un déversoir. La méthode ordinaire, qui consiste à diviser l'aire limitée par le graphique au moyen d'ordonnées très rapprochées permettant de calculer exactement le débit moyen pour des temps très courts et d'en faire la moyenne générale, est longue.

Voici, d'après l'*Engineering News*, du 29 juin, un moyen simple et rapide d'arriver au même résultat avec un planimètre.

On se sert, outre du planimètre, de deux feuilles de celluloid transparent A et B. La feuille A est assujettie à glisser sur une règle fixe parallèle à la ligne de base du graphique. Elle possède une rainure verticale. La feuille B est assujettie à glisser sur la feuille A parallèlement à cette même ligne de base. Elle porte deux rainures, l'une courbe, l'autre droite. La rainure courbe est tracée sur la feuille de façon que ses ordonnées représentent, à une échelle convenable pour l'unité de largeur de déversoir, le débit en mètres cubes par seconde pour chacune des hauteurs d'eau représentées par les ordonnées correspondantes de la rainure droite (oblique) située au-dessous de la rainure courbe.



En suivant le contour du diagramme avec un crayon traversant les deux rainures droites des feuilles A et B, on voit que la pointe du planimètre traversant la rainure courbe et la rainure verticale de A sera, à chaque instant, sur la rainure courbe, en un point dont l'ordonnée représente le débit correspondant à la hauteur d'eau indiquée par le point du diagramme sur lequel se trouve le crayon.

On obtient ainsi le débit moyen pour l'unité de longueur de déversoir.

(1) Bulletin du Congrès des Chemins de fer, avril 1905.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 11 septembre 1905.

Astronomie physique. — I. — *Remarques sur l'état actuel des recherches solaires et sur les moyens de les améliorer.* Note de M. H. DESLANDRES.

M. Deslandres insiste sur l'intérêt que présenterait l'enregistrement absolument continu des éléments variables du soleil : surface et chromosphère. Les appareils qui permettraient d'atteindre ce résultat étant trop coûteux et trop délicats, on a dû se borner à unifier les observations, au moyen de règles posées par la Commission solaire internationale permanente.

Il présente ensuite une série de remarques sur les modèles actuels de spectrohéliographes et sur les moyens d'en obtenir des observations comparables entre elles.

II. — *L'éclipse totale de soleil du 30 août 1905.* Note de M. G. RAYET.

L'Observatoire de Bordeaux avait, avec le concours du Bureau des Longitudes, organisé une expédition pour aller à Burgos observer et photographier les phases de l'éclipse du 30 août.

Malgré les circonstances défavorables, M. Courty a pu, à l'équatorial photographique, obtenir deux bonnes images de la couronne qui donnent à cette dernière la forme caractéristique des couronnes des époques de maxima de taches.

A Bordeaux même, M. Esclançon, astronome adjoint à l'Observatoire, disposait d'un grand ballon qui devait s'élever vers 11 heures du matin de manière à avoir atteint 3 500 ou 4 000 mètres à l'époque du maximum de l'éclipse.

Malheureusement, le mauvais temps a contrarié tous les projets. Néanmoins, pendant la première phase de l'éclipse, M. Esclançon a pu faire une détermination actinométrique avec l'actinomètre de Violle. Il a aussi fait des mesures sur la polarisation au voisinage du disque solaire et sur la polarisation atmosphérique à 90 degrés de l'astre, qui s'est montrée variable pendant les phases de l'éclipse.

III. — *Sur l'éclipse du 30 août 1905 et sur la polarisation de la couronne solaire.* Note de M. Georges MESLIN, présentée par M. Mascart.

M. Meslin, envoyé à Burgos par l'Université de Montpellier, s'est occupé spécialement de la polarisation de la couronne. Il a mesuré la proportion de lumière polarisée au voisinage de l'axe solaire et dans la région équatoriale, puis complété cette mesure en cherchant si la lumière était toujours polarisée rectilignement tout autour du disque ou s'il n'y avait pas de la lumière polarisée elliptiquement dans certaines régions.

Pour la mesure de la proportion de lumière polarisée, il a employé un photopolarimètre de Cornu, adapté à l'extrémité d'une lunette astronomique permettant de préciser la région visée. Pour observer l'ellipticité de la lumière polarisée, il s'est servi, comme M. Joubin l'avait fait en 1900, d'une lunette astronomique dans l'oculaire de laquelle était placé un polariscope de Bravais, avec bilame de construction spéciale.

Voici les résultats des observations faites :

La proportion de lumière polarisée est sensiblement la même dans la région polaire et dans la région équatoriale; elle est très voisine de 50 %, nombre donné par M. Landerer pour une région située dans l'écliptique à quelques secondes du bord solaire. Cette proportion élevée de lumière polarisée semble indiquer qu'une partie au moins de la lumière qui nous vient de la couronne a subi des réflexions ou des réfractions. D'autre part, il n'a été constaté aucune polarisation elliptique.

Botanique. — *Influence de l'éclipse du 30 août 1905 sur quelques végétaux.* Note de M. Ed. BUREAU.

On sait que divers végétaux sont influencés par l'obscurité (sommeil des plantes) et prennent pendant la nuit une certaine attitude caractéristique de l'espèce.

M. Bureau a constaté que (pour une localité où l'éclipse ne couvrait que les quatre cinquièmes du disque), les feuilles de l'*Acacia dealbata* d'Australie ont pris, d'une façon complète, pendant l'occultation, la position nocturne. Au contraire, les autres

plantes sensibles n'ont pas ou presque pas subi de mouvements.

Il est à noter que l'*acacia dealbata* ne possède pas la sensibilité au contact de la sensitive, phénomène d'ordre bien différent de la sensibilité à la lumière.

Météorologie. — *Sur les lancements de ballons-sondes et de ballons pilotes au-dessus des océans.* Note de S. A. S. le prince DE MONACO.

A la suite des expériences faites à Monaco et dans la région des alizés pour l'exploration de la haute atmosphère, au-dessus des océans, à l'aide de cerfs-volants, le prince de Monaco a entrepris, sur la proposition de M. le professeur Hergesell, de Strasbourg, d'appliquer à ces recherches la méthode des ballons-sondes, déjà employée à terre avec un très grand succès. Ces expériences ont eu lieu sur la Méditerranée, au mois d'avril, et sur l'océan, aux mois de juillet et d'août derniers.

Deux ballons en caoutchouc, inégalement gonflés, portent l'instrument enregistreur et un flotteur; à la hauteur fixée d'avance avec une approximation suffisante, l'un des ballons éclate, et le système entier tombe jusqu'à ce que le flotteur et les débris du ballon éclaté aient atteint la surface de la mer. A ce moment, le second ballon, portant l'instrument, se maintient au-dessus de l'eau, à une hauteur de 50 mètres environ, et sert de guide au navire qui a constamment suivi le ballon.

Dans le cas où l'on désire limiter l'ascension à une hauteur absolument fixe, le ballon est automatiquement rendu libre à l'aide d'un déclencheur à électro-aimant, actionné par une pile sèche, dont le circuit est fermé par la plume du baromètre lorsqu'elle indique la hauteur choisie.

On enregistre ainsi la hauteur, la température et l'état hygrométrique. Mais ces données ne suffisent pas à faire connaître complètement l'état de l'atmosphère. Pour étudier en même temps la direction et la vitesse des courants aériens, le navire suit aussi exactement que possible la direction prise par les ballons, tandis qu'à bord deux observateurs prennent à intervalles fixes l'azimut et la hauteur angulaire du système. La route et la vitesse du navire étant connues, une simple construction géométrique permet de tracer la projection horizontale de la trajectoire suivie par les ballons, projection qui détermine pour chaque instant, en direction et en vitesse, les courants aériens.

La hauteur maximum atteinte a été de 14 000 mètres au-dessus de l'Atlantique, et plusieurs ballons ont dépassé 12 000 mètres.

Physique. — *Sur quelques propriétés des rayons α du radium.* Note de M. Henri BECQUEREL.

M. Becquerel a montré, dans plusieurs notes présentées à l'Académie, en 1903, que les rayons α du radium présentent les propriétés remarquables suivantes : 1° le faisceau des radiations α se comporte comme homogène, c'est-à-dire comme constitué par des particules douées toutes de la même déviabilité dans un champ magnétique; 2° la trajectoire de ces particules, dans un plan normal au champ, et dans l'air, au lieu d'être une circonférence de cercle, est une courbe dont le rayon de courbure va en croissant avec la longueur de la trajectoire.

C'est au sujet de cette dernière propriété que plusieurs savants, MM. Bragg et Kleeman, d'une part, M. Rutherford, d'autre part, ont émis des hypothèses et signalé des phénomènes particuliers, que discute l'auteur en déclarant qu'il ne croit pas ces hypothèses justifiées.

Physique du globe. — I. — *Trombe du 28 août 1905 à Saint-Maur et à Champigny (Seine).* Note de M. Th. MOUREAUX, présentée par M. Mascart.

Une trombe s'est abattue sur les communes de Saint-Maur et de Champigny, le 28 août; sa direction était de ouest-sud-ouest à est-nord-est. Elle semble s'être formée au sud de Saint-Maurice; entrée dans la boucle de Marne aux environs de l'usine municipale des eaux, elle a traversé Saint-Maur, et a gagné le plateau de Champigny, où elle s'est éteinte avant le village de Villiers, ayant ainsi parcouru environ 5 kilom. en vingt-cinq minutes, de 3 h. 10 m. à 3 h. 35 m. du soir.

Le phénomène a été observé de l'Observatoire du Parc Saint-Maur, alors qu'il avait effectué déjà la moitié de sa course; son passage était accompagné d'un bruit qu'on a comparé à celui d'une batterie d'artillerie entraînée au galop sur une route pavée.

A la base d'un nimbus très étendu pendait le cône renversé caractéristique des trombes.

Un centre de dépression passait alors sur le sud de l'Angleterre. Au Parc Saint-Maur, le baromètre, déjà en baisse de 11 millimètres depuis la veille au soir, était à 745^{mm} 4 (altitude, 50^m 3); à 3 h. 5 m., le mouvement de baisse s'est accentué. Le vent était sud-sud-ouest, assez fort, et la température de 15 degrés. Ces deux éléments n'ont subi aucune variation pendant le phénomène, qui, à son point le plus rapproché, passait à 1 kilom. au nord de l'Observatoire. La trombe a été précédée d'une forte pluie et d'un orage; une averse est encore tombée après sa disparition.

II. — *Sur les observations météorologiques faites à Constantine pendant l'éclipse du 30 août 1905.* Note de MM. Henry DE LA VAULX et Joseph JAUBERT, présentée par M. Mascart.

Des observations météorologiques très complètes ont été faites : à l'Hôpital militaire (altitude 660 mètres); en ballon à bord du *Centaure*, les 30 août et 3 septembre, à l'aide d'un ballon-sonde.

Les auteurs de cette note résument les principaux résultats relatifs aux variations de la pression barométrique, de la température, de l'humidité et du vent.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

Le port de Gènes et ses communications par voie ferrée. — M. KELLER fait ressortir, dans le *Zentralbl. der Bauverw.*, du 2 septembre, la situation défavorable du port de Gènes en ce qui concerne ses relations avec l'intérieur du pays, tant par le peu d'espace disponible pour les gares et les voies du port lui-même que par le profil accidenté des lignes de Novi et d'Orade, seule communication directe avec Turin et Milan.

Les agrandissements du port, qui ont été commencés en 1901 et se poursuivent lentement, nécessiteront un remède à cette situation de plus en plus gênante. Une première amélioration sera la mise en service de la gare de triage de Campasso, dans la vallée du Polcevere, qu'un tunnel spécial reliera directement au port.

Au sujet des lignes d'accès, M. Keller indique, d'après les études officielles faites à ce sujet, qu'il faudrait prévoir les moyens suffisants pour transporter vers l'intérieur, dans quelques années, 22 000 tonnes par jour ouvrable, soit environ 2 000 wagons. Comme il existe déjà, jusqu'à Ronco, deux lignes distinctes qui se doublent (l'ancienne ligne, à profil difficile, ne peut, toutefois, supporter que des trains de tonnage réduit), il faudrait, soit doubler les voies de la ligne Ronco-Orade, soit plutôt construire un raccordement direct de Ronco à Voghera. On semble avoir renoncé aux projets de ligne directe Gènes-Voghera, ou Gènes-Plaisance, comportant des tunnels très longs et, par conséquent, trop coûteux.

Il sera, par contre, nécessaire d'améliorer les installations de la plupart des gares importantes de la région en relations avec Gènes, leur insuffisance produisant des encombrements très fâcheux à chaque recrudescence du trafic.

On a également proposé, pour améliorer les lignes actuelles de Ronco, certaines solutions qui méritent d'être mentionnées : d'une part, la traction électrique; d'autre part, le transport direct des marchandises par transporteurs funiculaires jusqu'à Busalla, par exemple, où se ferait leur chargement dans les trains, cette gare étant située au delà des fortes rampes. L'efficacité d'une telle combinaison reste problématique.

CONSTRUCTIONS CIVILES

Cheminée de 90 mètres de hauteur en béton armé. — On vient d'élever, à la Tacoma Smelting Co à Tacoma (État de Washington), une cheminée en béton armé de 90 mètres de hauteur et de 5^m 50 de diamètre intérieur.

L'*Engineering News*, du 3 août, donne la description de cette cheminée et de son armature métallique. Sur les 27 premiers mètres, elle est à deux rouleaux concentriques; l'extérieur de 0^m 23 d'épaisseur, l'intérieur de 0^m 13, séparés par un espace

vide de 0^m 10. La paroi extérieure possède des ouvertures de rentrée d'air à la partie inférieure. A 27 mètres de hauteur se trouvent un bandeau et un joint d'expansion. Au-dessus de cette hauteur, il n'y a plus qu'un rouleau de 0^m 18 d'épaisseur qui fait suite à la paroi extérieure de la base.

La partie supérieure est garnie de feuilles de plomb sur une hauteur de 6 mètres et ce plomb contourne et recouvre la tête de la cheminée.

L'armature est constituée par des barres verticales reliées par des anneaux d'acier. Les fondations carrées, très pesantes, ont 12 mètres de côté. Le poids total de la cheminée s'élève à 1 659 tonnes, dont 75 tonnes d'acier.

Cheminée d'usine en ciment armé construite à Bizerte. — Dans la *Revue du Génie*, de juin, le capitaine CAMPA décrit la construction d'une cheminée établie en ciment armé, à Bizerte, d'après un projet de M. Piketty. Sa forme extérieure est celle d'un tronc de cône très allongé, flanqué sur la moitié de sa hauteur de huit contreforts inclinés.

La hauteur au-dessus du sol est de 30 mètres. La partie enterrée a 3 mètres de profondeur. Son diamètre intérieur est de 1^m 41 à la base et 2^m 10 au sommet. L'épaisseur du tube en ciment armé est de 10 centimètres à la base et 8 centimètres au couronnement; ce tube est revêtu intérieurement d'une chemise en briques de 11 centimètres, jusqu'à 15 mètres de hauteur.

ÉLECTRICITÉ

Résistance de contact entre le fer et le charbon. — Les rotors des moteurs asynchrones sont quelquefois réunis à leurs rhéostats de démarrage par des frotteurs en charbon qui s'appuient sur des bagues en fonte.

En essayant un de ces moteurs dont l'enroulement avait une résistance de 0,0387 ohm, M. Eric SCHÖNAU a trouvé que la résistance totale, frotteurs compris, pouvait atteindre 0,5 ohm. Il a été ainsi amené à étudier les variations de résistance d'un système formé par une bague en fonte et un frotteur en charbon, et il publie dans l'*Electrical World*, du 15 juillet, sous forme de graphiques, le résultat de ses recherches.

A vitesse constante, la résistance diminue, d'abord rapidement, puis plus lentement, lorsque la densité de courant augmente. La résistance diminue également lorsque la pression des balais augmente.

A densité de courant constante, la résistance augmente d'abord lorsque la vitesse linéaire augmente; elle diminue ensuite, à partir d'une vitesse d'environ 5 mètres par seconde.

Ces résultats sont résumés par six séries de courbes qu'il peut être utile de consulter pour l'établissement de ce genre de frotteurs.

Fabrication des lampes Auer à l'osmium. — Le *Praktische Maschinen Konstrukteur*, du 3 août, publie quelques renseignements sommaires sur la fabrication des lampes électriques à l'osmium, du système Auer. On sait que ces lampes sont avantageuses par leur faible consommation.

L'osmium est enrobé dans une pâte de matières organiques non désignées, et passé à la filière, de façon à obtenir des filaments qui sont ensuite enroulés sur des bobines et étuvés à l'abri de l'air, de façon à carboniser au degré voulu les matières qui constituent l'extérieur du filament.

Le filament, placé dans une atmosphère humide et chargée de gaz réducteurs, est ensuite nourri par le passage du courant électrique. Cette opération est répétée un certain nombre de fois.

Après les opérations de calibrage, vérification, etc., les filaments sont montés sur des bouts de platine et présentés sur les ampoules où l'on fait le vide. Enfin, les lampes sont vérifiées au laboratoire photométrique.

Le voltage de ces lampes était d'abord très limité; aujourd'hui, on les fabrique couramment pour 70 à 75 volts (3 en tension sur un réseau à 220 volts), et même pour 110 volts.

Le filament d'une lampe de 25 volts (37 volts) présente une longueur de 0^m 28, et un diamètre inférieur à 0^m 1. La consommation n'est que 1,5 watt par bougie. La lumière a une teinte agréable, se rapprochant de celle de l'éclairage naturel. La durée normale d'une lampe est de 1 000 à 2 000 heures.

Les lampes à osmium sont surtout indiquées pour les tout petits appareils d'éclairage; on en fait pour la tension de 2 volts seulement.

HYGIÈNE

Interprétation des résultats donnés par l'analyse des eaux d'égouts purifiées. — L'*Engineering News*, du 5 août, publie des extraits d'une étude de M. E. PHELPS, parue dans le *Technology Quarterly* de juin, au sujet des enseignements à tirer des analyses des eaux d'égouts qui sortent des usines de purification.

Après avoir examiné l'importance au point de vue hygiénique de la proportion de matières extraites de l'eau et du degré de purification, en ce qui concerne les matières organiques, auquel le liquide a été amené, l'auteur étudie le rôle, au point de vue de cette purification organique, des différents éléments analysés, azote, carbone, oxygène et des caractères de l'eau étudiée : putrescibilité, trouble, couleur, teneur en bactéries.

La teneur en azote, sous toutes ses formes, est ce qu'il y a de plus important à déterminer, non seulement au point de vue du degré de purification, mais aussi de la stabilité chimique de l'eau purifiée. Celle en carbone organique total, qui indique la quantité de matières encore susceptibles d'oxydation, vient ensuite comme importance.

La détermination de l'oxygène dissous est importante parce qu'elle indique les conditions de la filtration et aussi la stabilité de l'eau purifiée.

L'essai de putrescibilité sert à confirmer les données de l'analyse et est en réalité le criterium final sur lequel repose l'interprétation de ces données.

Quant à l'analyse bactériologique, elle ne peut, en l'état actuel de nos connaissances sur la matière, constituer un indicateur du degré de purification de l'eau.

MINES

L'exploitation du pétrole en Roumanie. — L'existence du pétrole, en Roumanie, est connue depuis fort longtemps, mais son exploitation n'a pris d'extension qu'à partir de 1860. La production atteignait alors 3 000 tonnes; elle s'est élevée à 384 000 tonnes en 1903 et dépassera 410 000 en 1904. La Roumanie arrive ainsi au cinquième rang, parmi les pays producteurs du pétrole, après les États-Unis, la Russie, les Indes Néerlandaises et la Galicie; son coefficient de production, 1,11 %, assez faible, tend cependant à augmenter dans des proportions rapides et permet d'envisager avec confiance l'avenir de l'industrie pétrolière roumaine. M. ARON, Ingénieur des Mines, ayant réuni un ensemble de renseignements sur cette industrie, au cours d'un voyage d'étude qu'il fit dans ce pays, en 1903, les a résumés dans une note que publient les *Annales des Mines*, d'avril 1905. Il les a complétés, pour les derniers mois de 1903 et de 1904, à l'aide du *Moniteur du Pétrole roumain*, publication bi-mensuelle, éditée à Bukarest, en roumain et en français.

L'auteur examine successivement les conditions de gisement, d'exploitation, de vente et de débouché; il s'occupe ensuite de la législation relative au pétrole et termine par quelques considérations sur l'organisation technique, financière et commerciale des Sociétés en Roumanie.

Les gisements houillers de l'Alaska. — La consommation du charbon dans l'Alaska n'a pas cessé de croître depuis 1898, par suite de la disparition du bois de chauffage, de l'accroissement de la population, de l'extension des pêcheries et de l'exploitation des mines d'or.

M. A. Brooks publie, dans le *Bulletin of the American Institute of Mining Engineers*, de juillet, une étude sur les ressources locales qui pourraient répondre à cet accroissement. Après avoir examiné les quantités et le prix des combustibles employés et importés dans l'Alaska, l'auteur examine successivement l'emplacement, la nature et l'étendue des terrains carbonifères actuellement reconnus dans cette région, la nature des charbons qu'on y trouve, les mines exploitées ou exploitables, et les marchés locaux.

Les prospections n'ayant encore été faites que pour un cinquième du pays, les 412 800 hectares de terrains carbonifères actuellement reconnus dans l'Alaska doivent être en réalité une faible partie de ces terrains, mais il est probable qu'en très grande partie ils renferment des lignites.

Il y a dans l'Alaska trois qualités de charbons : de la houille semi-anthraciteuse, de la houille grasse et des lignites. Ces derniers sont excellents pour la production du gaz de gazogènes et sont appelés à devenir une des principales sources de la force motrice qu'utiliseront les mines de l'Alaska.

Les mines actuellement exploitées ont peu d'importance, étant donnée la faible puissance des gisements et la qualité du charbon extrait. En 1904 la production locale n'a pas dépassé 2 000 tonnes. On a reconnu des mines plus importantes avec de bon charbon et de fortes puissances; mais elles sont encore difficiles à exploiter par suite du manque de moyens de communication. Ce sont d'abord les mines de Controller Bay dont les veines de 2^m 70 à 7^m 60 de puissance couvrent plus de 30 000 hectares et qui sont à 40 kilom. environ de la mer. Le deuxième gisement, celui qui est situé près du Cantwell, sous-affluent du Youkon, a été reconnu comporter quinze couches d'une puissance totale de 38 mètres de bon lignite, dont 6 mètres pour la couche principale. Sa proximité des placers (160 kilom. environ) et sa situation sur un chemin de fer en construction allant à Resurrection Bay lui donnent de l'avenir.

Les villes de la côte du Pacifique seront parmi les principaux marchés; on y brûle actuellement 60 000 à 70 000 tonnes par an coûtant 3 à 4 millions de francs. L'île Kiska désignée comme base navale des États-Unis aux Aléoutiennes pourra également en consommer, mais le principal marché sera vraisemblablement aux mines du Youkon et du Klondike qui continuent à se développer très rapidement.

NAVIGATION

Canalisation du cours supérieur du Mincio. — Le réseau des voies navigables italiennes est assez restreint, cependant toute l'Italie septentrionale, avec les neiges de ses hautes cimes et ses lacs jouant le rôle de régulateurs naturels, se prête assez bien à l'utilisation des cours d'eau pour la navigation. Récemment, une Commission a été nommée pour l'étude des voies navigables. Le *Giornale del Genio Civile*, de mars, donne le résumé du rapport que lui a présenté M. A. AVERONE sur les nombreux projets concernant le cours supérieur du Mincio.

Le cours inférieur de cette rivière, des lacs de la région de Mantoue au Pô, est actuellement navigable; pour mettre en communication la région du lac de Garde avec l'Adriatique il suffit de rendre navigable le cours supérieur qui s'étend du lac de Garde au lac supérieur de Mantoue. Le régime même du Mincio semble favoriser cette entreprise. Le rapport des superficies du lac de Garde et du bassin dont il est le récepteur est de 1 : 5,6 tandis que pour le lac de Côme et le lac Majeur, ces rapports sont respectivement de 1 : 28,8 et de 1 : 22,3. De ce fait, résultent des variations relativement faibles dans le débit de la rivière; les débits minimum, moyen et maximum sont entre eux comme les nombres 1, 2 et 4.

Aussi, les divers gouvernements qui se sont succédé depuis la République de Venise jusqu'au gouvernement actuel, s'intéressèrent-ils plus ou moins à cette question. L'auteur résume les divers projets proposés et discute plus spécialement les deux plus récents qui abandonnent l'idée de régularisation de la rivière et prévoient la construction d'un canal latéral. Le dernier projet, celui de M. Lombardini, offre le tracé le plus direct, sa longueur se trouve réduite de plus d'un huitième; la hauteur d'eau est ramenée à 1^m 80, les dimensions des écluses sont de 33 × 6 mètres. Ces dimensions sont suffisantes pour assurer le passage des barques qui circulent sur le cours inférieur du Mincio et dont les dimensions ne dépassent jamais 30 mètres × 5^m 50. Tous les ponts prévus sont fixes et exigeront l'abaissement des mâts des barques à leur passage. Cette solution a été préférée à celle des ponts tournants qui interrompaient la circulation sur les grandes routes très fréquentées de la Lombardie.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Chauffage d'une caserne à Baltimore. — La nouvelle caserne qui vient d'être construite à Baltimore occupe un terrain de 107 mètres de longueur sur 86 mètres de largeur. Au centre se trouve un hall de manœuvre de 60 mètres × 90 mètres recouvert d'une toiture cintrée s'élevant, à la clé, de 26 mètres au-dessus du sol. Les dimensions de ce bâtiment et en particulier du hall de manœuvre, dont le volume est de plus de 113 000 mètres cubes, ont nécessité une importante installation pour le chauffage.

Cette installation est décrite dans l'*Engineering Record*, du 1^{er} juillet.

Le système employé est un chauffage à vapeur à basse pression. Vingt-huit radiateurs de 8 mètres

carrés de surface de chauffe et quarante de 10 mètres carrés sont disposés à la base des fermes en arcs et à la base des colonnes des pignons. Des rangées de radiateurs sont, en outre, disposées le long des murs au-dessous des fenêtres sur tout le pourtour de la salle à une hauteur de 7 à 8 mètres du sol. L'ensemble de ces appareils forme une surface totale de radiation de 1350 mètres carrés environ, soit environ 1 mètre carré pour 90 mètres cubes de salle à chauffer.

La vapeur est fournie par deux chaudières multi-tubulaires Worthington de chacune 135 mètres carrés de surface de chauffe pouvant supporter une pression de 8^{kg} 78. On doit installer un éclairage électrique; l'énergie sera fournie par des moteurs à vapeur alimentés par ces chaudières et à ce moment le chauffage fonctionnera avec les vapeurs d'échappement des machines.

L'auteur décrit les canalisations de vapeur et de retour.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

Détermination de la section la plus économique des colonnes métalliques creuses. — La section d'une colonne doit avoir une surface et un rayon de giration déterminés, pour une hauteur et une charge données, afin que la dépense de métal soit minimum. Si la colonne creuse est de trop grand diamètre et de trop faible épaisseur, il y a plissement du métal; si l'épaisseur est trop grande et le diamètre trop faible, il y a flexion de la colonne.

M. W. LILLY décrit dans l'*Engineering*, du 14 juillet, les expériences exécutées par lui, au laboratoire du Trinity College, de Dublin, sur la machine Wickstead, de 10 tonnes, pour déterminer expérimentalement les conditions dans lesquelles la colonne cède sous l'influence de l'une ou l'autre des causes précitées, et en vue d'obtenir des données sur la surface et le rayon de giration de la section la plus économique.

Il a essayé plus de huit cents tubes d'acier doux du genre de ceux qui sont ordinairement employés dans la construction des cycles. La partie inférieure du tube essayé, disposé verticalement, reposait sur la base de la machine en un seul point par une sorte de rivet à tête conique introduit dans son extrémité. L'auteur n'a tracé que les huit courbes correspondant aux cas les plus intéressants; elles donnent la charge de rupture en fonction du rapport de la longueur au rayon de giration, et cela, pour des épaisseurs, surfaces et diamètres divers. À l'aide de ces courbes, il a tracé deux diagrammes montrant, pour des sections constantes, l'influence de la longueur du diamètre et de l'épaisseur sur le chiffre de rupture.

Après avoir exposé les lois qu'il a déduites de ces essais, l'auteur discute les formules ordinairement employées pour le calcul des colonnes: celle d'Euler, applicable à la rupture par flexion, et celle de Rankine-Gordon, qui, étant expérimentale, l'est à tous les cas.

Il explique ensuite comment il a obtenu les deux diagrammes au moyen des courbes et discute les résultats des expériences mis en évidence par ces diagrammes.

Moment fléchissant maximum d'un pont sous l'effet d'un convoi roulant. — Dans l'étude d'un pont, on a souvent à traiter le problème suivant: trouver le nombre d'essieux d'un convoi donné qui produit le moment fléchissant maximum et trouver la position de ce convoi qui produit ce moment.

L'*Engineer*, du 21 juillet, donne une solution de ce problème. L'auteur examine successivement ce qui se passe pour deux, trois et quatre essieux, et en déduit les règles générales suivantes:

1° $n + 1$ essieux produisent un moment fléchissant maximum supérieur à celui produit par n essieux lorsque la portée du pont est supérieure à la longueur obtenue quand, à la distance entre la $n + 1$ charge et celle sous laquelle le moment maximum se produit, on ajoute une fraction dont le numérateur est égal à cette distance multipliée par la somme des n charges, augmentée de la somme algébrique des moments des n charges par rapport au point où se produit le moment maximum et dont le dénominateur est égal au produit des racines carrées des sommes de n charges et $n + 1$ charges respectivement. (Sont comptées comme négatives les charges qui sont du même côté du centre de la travée que la charge produisant le moment maximum.)

2° Le moment maximum se produit sous une charge dont la distance au milieu de la portée est égale au quotient de la somme algébrique des

moments des autres charges par rapport à la première, divisée par le double de la somme de toutes les charges.

3° La formule exprimant le moment maximum comprend trois termes: a) la somme des charges multipliée par le quart de la portée; b) la moitié de la somme des moments, indépendamment des signes, de toutes les charges par rapport à l'essieu sous lequel ce moment maximum se produit; c) le carré de la somme algébrique de ces mêmes moments, divisé par quatre fois le produit de la portée par la somme des charges.

Le premier et le troisième terme sont positifs, le deuxième est négatif.

TRAVAUX PUBLICS

Réparations du tunnel de Vetherton sur le canal de Birmingham. — M. Ch. Vias publie, dans le *Bulletin of the Institution of Civil Engineers* (Proceedings de 1903-1904), une étude des travaux exécutés pour protéger le tunnel de Vetherton contre la destruction complète qui le menaçait par suite des tassements produits par l'exploitation des mines de charbon situées dans le sous-sol avoisinant la position de ce canal. Pour éviter ces tassements, la Compagnie du Canal avait acheté ces mines jusqu'à une distance de 32 mètres de part et d'autre de l'axe du tunnel qui a 7^m 80 de largeur intérieure, mais cela n'avait pas suffi.

L'auteur décrit brièvement le canal et le tunnel, sa position par rapport au sol et à la mine et les troubles produits par l'exploitation des mines, leur constatation et la recherche de leurs causes. Il décrit ensuite les travaux exécutés pour y remédier, réfection de la partie inférieure du tunnel, suivant un profil nouveau sur 57 mètres de longueur, réfection des parties latérales, reconstruction et renforcement des chemins de halage, sur plusieurs points, et la méthode employée pour ces travaux.

Ces réparations n'ont duré que neuf semaines.

Ouvrages récemment parus.

Guide de l'ajusteur, par Jules MERLOT, Ingénieur-mécanicien, Répétiteur du cours de construction des machines et chef des travaux d'atelier à l'Université de Liège. — Un volume in-8° de 343 pages, avec 409 figures dans le texte. — Ch. Béranger, éditeur, Paris, 1905. — Prix: relié, 9 francs.

L'auteur de cet ouvrage s'est principalement attaché à exposer, d'une manière aussi technique que possible, la manière de pratiquer rationnellement les opérations courantes d'ajustage et d'indiquer les instruments auxquels l'ouvrier devait avoir recours suivant les cas. C'est en quelque sorte une étude raisonnée des différentes opérations d'ajustage pratiquées généralement à la main.

Dans cette étude, l'auteur examine la marche à suivre, les outils à employer et les conditions que ceux-ci doivent remplir pour être appropriés au genre de travail auquel ils sont destinés. L'ouvrage est essentiellement pratique.

Complètement exempt de formules, il contient une foule de renseignements et de tours de main que l'auteur a pu recueillir pendant sa longue pratique dans les établissements de constructions mécaniques.

La partie traitant plus spécialement des instruments de mesure et de certains outils de précision s'adresse, non seulement aux travailleurs manuels proprement dits, mais aussi à tous ingénieurs ou réceptionnaires ayant dans leurs attributions le choix et le maniement de ces instruments.

Les divers sujets traités sont: le traçage, le burinage ou dégrossissage, les instruments de mesure, le travail à la lime, le grattage, le polissage, le marbrage, les différents modes d'ajustage, le forage, l'alésage, le filetage et taraudage, le martelage, les jagues, les tableaux de filetage, etc.

Catalogue international de la littérature scientifique, publié par une Commission internationale, sous la direction du docteur H. FORSTER MORLEY. — Fascicules in-8°. — Édité par la Royal Society of London, en vente chez Gauthier-Villars, à Paris. — Prix variant de 13 fr. 10 à 47 francs.

Ce répertoire international est publié au moyen de souscriptions reçues par les États du monde entier. Il est dirigé par un Conseil où la France est représentée par M. H. Poincaré. Chaque volume

contient, par ordre alphabétique d'auteurs, puis par ordre méthodique, les titres de tous les mémoires publiés pendant une année dans les recueils scientifiques existants.

La direction suprême des travaux est donnée par le Conseil supérieur international qui s'est réuni en 1900, cette année, et qui se réunira ensuite en 1910, puis régulièrement tous les dix ans, afin d'apporter des révisions si elles sont jugées nécessaires.

Pour la facilité des recherches, des instructions sont données en quatre langues (anglais, français, allemand et italien), dans chaque volume, sur la manière de le consulter; la classification adoptée est celle du système décimal, ce qui permet de ne donner qu'un seul répertoire pour chacune des deux listes, par ordre alphabétique des noms d'auteurs et par sujets.

La publication a commencé avec l'année 1901 qui comprend 17 volumes formant 21 fascicules dont les prix sont les suivants:

Mathématiques.	Fr. 48,75	Paléontologie.	Fr. 43,40
Mécanique.	43,10	Biologie générale.	43,10
Physique I.	26,25	Botanique I.	26,25
" II.	18,75	" II.	22,50
Chimie I.	24,25	Zoologie.	47
" II.	22,50	Anatomie humaine.	43,40
Astronomie.	26,25	Anthropologie physique.	43,40
Météorologie.	18,75	Physiologie I.	26,25
Minéralogie.	18,75	" II.	22,50
Géologie.	18,75	Bactériologie.	26,25
Géographie.	18,75		

Chaque année ultérieure comportera une série de volumes analogues. L'année 1902 est actuellement en cours de publication.

Water Hammer (Le coup de bélier), par O. SIMIN. — Une plaquette in-8° de 80 pages, avec 27 figures. — Réimpression d'après les *Proceedings of the American Works Association*, Saint-Louis, 1904.

L'auteur a compilé tout ce qui a été écrit jusqu'ici sur le choc, connu sous le nom de *coup de bélier*, qui se produit dans une conduite lorsqu'on arrête brusquement l'écoulement du liquide en fermant une valve ou un robinet en train de débiter.

L'énergie cinétique emmagasinée dans le liquide doit se dépenser d'une façon quelconque; comme pratiquement le liquide est incompressible, la conduite s'allonge, s'élargit ou éclate. La presque totalité des éclatements de conduites sont dus à cette cause ou à la gelée.

Jusqu'ici rien ne permet encore de prévoir la grandeur de ces effets, ni de les éviter totalement. C'est l'étude mathématique du phénomène et la vérification par l'expérience des formules établies et des lois qui en résultent, qui sont présentées par l'auteur dans cet ouvrage. Il termine en signalant quelques-unes des conséquences de cet examen, notamment le danger du branchement sur des conduites de diamètres notablement différents, l'inefficacité des chambres à air rarement étanches et souvent trop petites, ainsi que des soupapes de sûreté, et la nécessité de proportionner la durée de fermeture des valves à la longueur des conduites intéressées au choc.

Die elektrischen Druckknopfsteuerungen für Aufzüge (La commande des ascenseurs par boutons à pression), par A. GENZMER, Ingénieur. — Un volume in-8° de 166 pages, avec 180 figures. — J. Necke frères, éditeurs, Hanovre, 1905. — Prix: broché, 5 marks; relié, 6 marks.

L'auteur passe en revue, dans ce petit volume qui s'adresse particulièrement aux constructeurs d'ascenseurs électriques, les différents modes de commande de ces ascenseurs par des mécanismes actionnés simplement en appuyant sur un bouton. Ce système, en effet, tend à s'imposer, aussi bien par sa commodité pour le public que par les garanties qu'il donne pour la conservation des organes de l'ascenseur, dont la commande est automatique et progressive suivant le mode de fonctionnement que le constructeur a prévu.

On trouvera, dans l'ouvrage de M. Genzmer, outre la description des commutateurs, relais, démarreurs, rhéostats, souffleurs magnétiques, des modèles usuels, une série de calculs des résistances et des dimensions à donner aux pièces, ainsi que de nombreux schémas d'ensemble et de détail qui peuvent faciliter grandement l'étude d'une installation nouvelle.

Le Gérant: H. AVOIRON.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — Mécanique : Tour de 2^m 745 de hauteur de pointes (*planche XXII*), p. 353; J. GARNIER. — Physique industrielle : Production des très basses températures. Liquéfaction de l'air et de l'hydrogène (*suite et fin*), p. 356; A. LAFAY. — Agriculture : L'agriculture à l'Exposition de Liège 1905. Organisation de l'Enseignement agricole en Belgique, p. 358; G. COUPAN. — Travaux publics : La défense des côtes contre l'érosion. Travaux de Bridlington (Angleterre), p. 362. — Variétés : Distribution par soupapes pour locomotives, p. 364; — Prévention de la rouille par le papier paraf-

finé, p. 364; — Accouplement automatique des wagons, système Thomas, p. 364; — Mastic au gris de zinc pour joints de vapeur, p. 365; — École Centrale des Arts et Manufactures. Liste, par ordre de mérite, des candidats admis à la suite du Concours d'admission de 1905, p. 365.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Académie des Sciences (18 septembre 1905), p. 366.

BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 366; — Ouvrages récemment parus, p. 368.

Planche XXII : Tour de 2^m 745 de hauteur de pointes.

MÉCANIQUE

TOUR DE 2^m 745 DE HAUTEUR DE POINTES

(Planche XXII.)

La généralisation de l'emploi des turbines à vapeur pour la propulsion des navires ou la commande des machines électriques conduira très probablement à une transformation importante d'une partie de l'outillage des ateliers de constructions mécaniques, ces nouvelles

et dont la longueur totale est de 22^m 25, a été construit spécialement en vue de fabriquer l'outillage et tous les organes des turbines à vapeur qui vont être montées prochainement sur les grands transatlantiques que la Compagnie Cunard a actuellement sur chantiers et avec lesquels elle se propose de concurrencer, tant au point de vue de la vitesse que du confort, les nouveaux grands transatlantiques allemands (1).

Les turbines, qui seront du type Parsons, auront une puissance totale de 70 000 chevaux-vapeur et on se propose de leur donner un diamètre considérable. Il y a, en effet, le plus grand intérêt à

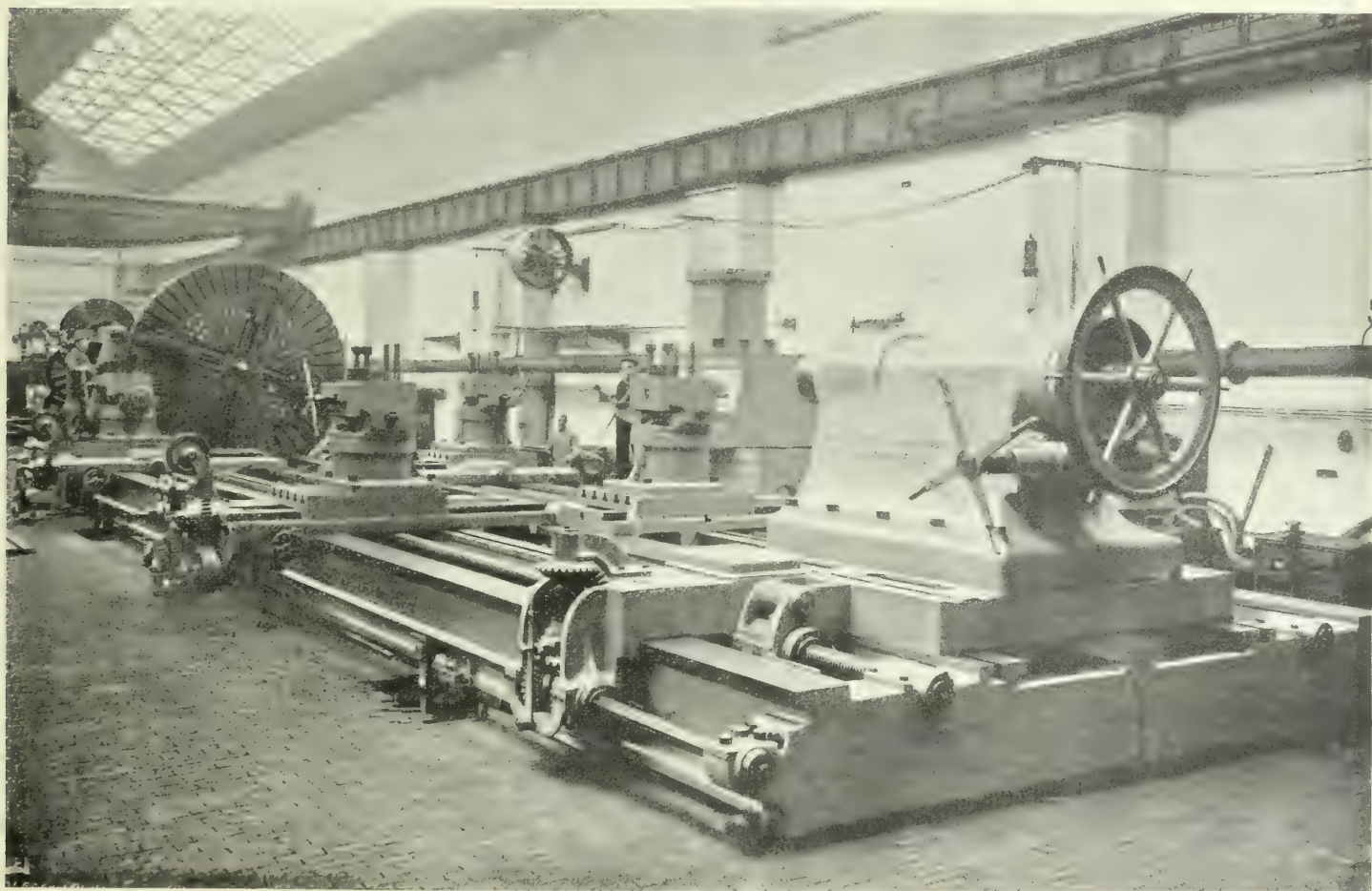


FIG. 1. — TOUR DE 2^m 745 DE HAUTEUR DE POINTES : Vue d'ensemble, les socles de surélévation étant enlevés.

machines comportant des disques d'un diamètre inusité. Or les plus grands tours actuels ne sont point conçus pour travailler des pièces ayant le grand diamètre qu'il y aurait intérêt à donner à ces disques tout en leur conservant la haute précision qui leur est indispensable, car dans de semblables machines, le moindre défaut exagère ses mauvais effets du fait même de la valeur élevée des vitesses de marche. C'est un type de tour nouveau, de dimensions inusitées et répondant à ces nouveaux besoins que nous allons décrire; il a été récemment construit par la maison Sir W. G. Armstrong, Whitworth and Co, d'Elswick et d'Openshaw, pour le compte de la Wallsend Slipway and Engineering Co.

Ce tour géant, dont la hauteur de pointes peut être portée à 2^m 745,

réduire leur vitesse angulaire au minimum sans, pour cela, diminuer la vitesse linéaire de la vapeur qui parcourt les aubes. Cette condition a donc nécessité, pour les rotors à basse pression, l'adoption d'un diamètre dépassant 5 mètres; leur longueur sera de 15^m 250 environ.

Un tour qui ne serait employé qu'à l'usinage de pièces ayant un diamètre aussi élevé, ne serait pas appelé à fonctionner bien souvent; d'autre part, les occasions d'exécuter de pareilles turbines seront tout à fait exceptionnelles en l'état actuel de l'industrie. L'amortissement

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXXVIII, n° 46, p. 245, et n° 47, p. 261; t. XLII, n° 17, p. 17; t. XLIII, n° 23, p. 333, et n° 24, p. 372.

du prix d'un outil aussi puissant serait donc pratiquement impossible s'il n'était destiné qu'à de semblables travaux; aussi, pour obvier à cet inconvénient, a-t-on adopté des dispositifs spéciaux permettant de faire varier la hauteur de pointes suivant le diamètre de la pièce à exécuter. A cet effet, on a employé, pour les poupées et les chariots, un système de socles démontables formés de pièces de surélévation dites garnitures spéciales. Grâce à ces dispositions, la machine peut usiner des arbres ayant des dimensions ordinaires aussi bien que les très grosses pièces de forge.

Le tour actuel est remarquable, non seulement par ses proportions gigantesques, par l'étendue de ses applications, mais aussi par le soin qui a été apporté à son exécution et par certains détails qu'exigeaient la précision et la rapidité associées aux fortes dimensions de cette machine-outil. C'est ainsi qu'il a fallu établir ce tour en vue d'utiliser, pour les outils, les nouveaux aciers à grande vitesse de coupe et lui donner, en conséquence, une solidité que ne présentent pas les tours de construction courante. Cette solidité, jointe à l'augmentation des portées et à d'autres détails, donne aux nouvelles machines à marche rapide construites par la maison Armstrong et Whitworth, une phy-

Diamètre de l'arbre de la poupée fixe au palier d'avant. millimètres.	508
Longueur de l'arbre de la poupée fixe dans le même palier	915
Diamètre du cylindre de la poupée mobile	406
Poids de la machine (tonnes de 1 016 kilogr.)	280
Puissance du moteur électrique. chevaux.	80
Vitesse de l'arbre intermédiaire tours par minute.	240 à 280
Vitesse de plateau	$\frac{1}{4}$ à 20

Avec les vitesses de plateau indiquées ci-dessus, on peut tourner à une vitesse linéaire allant jusqu'à 24^m 40 par minute, et cela pour tous les diamètres de pièces admissibles sur le tour. Les engrenages sont partout taillés à la machine et en plein métal.

La poupée fixe B (fig. 1, 2, 3 et 4, pl. XXII) comporte un arbre de fortes dimensions, en acier forgé comprimé à l'état fluide et trempé, qui tourne dans des coussinets en bronze phosphoreux, ajustables au moyen d'un coin à rattrapage de jeu; les coussinets d'arrière sont cannelés, pour recevoir les colliers de butée destinés à équilibrer la poussée considérable qu'exerce l'outil. La couronne dentée C, à l'arrière du plateau, est en acier coulé. Le pignon D, qui l'entraîne, est

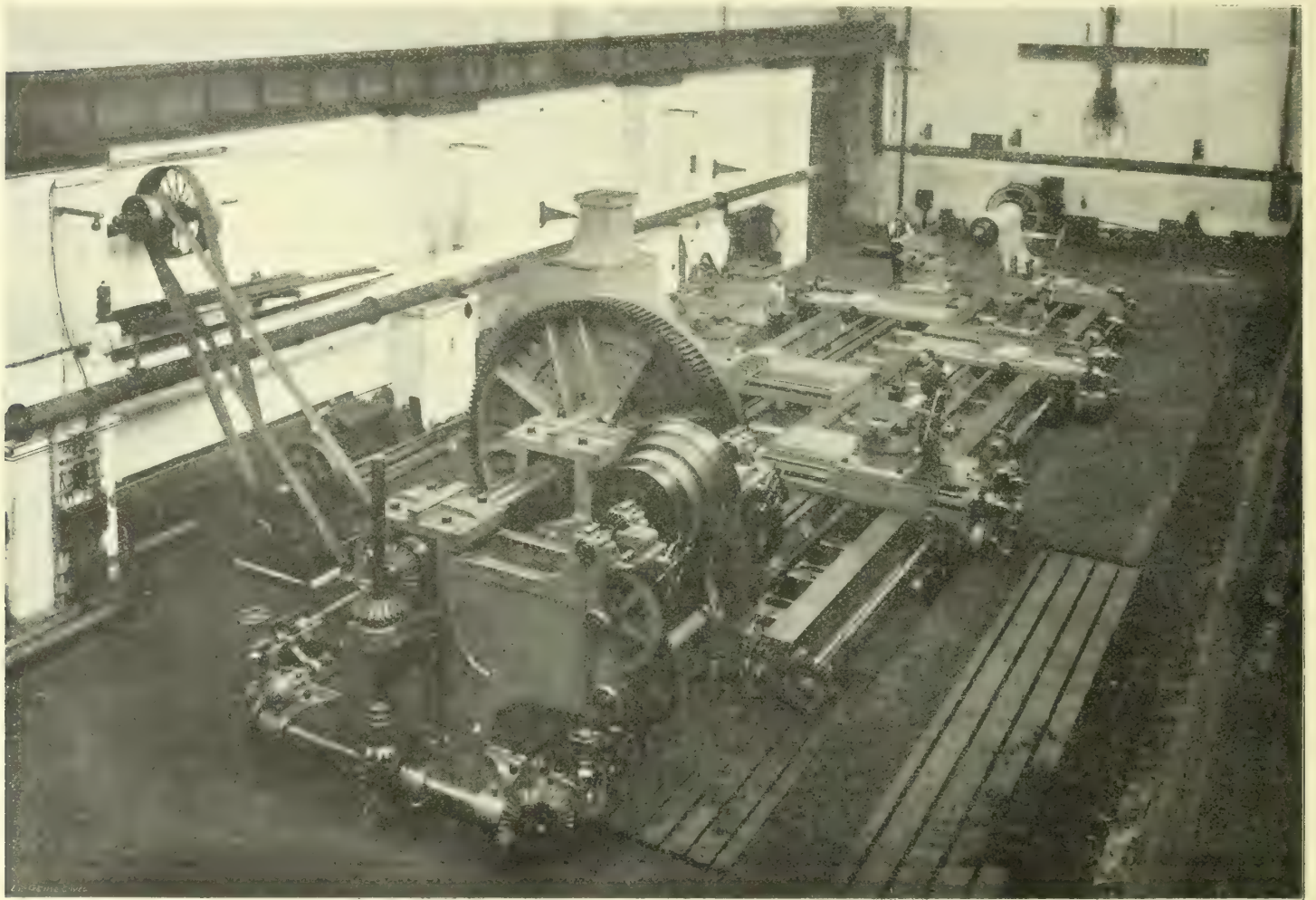


FIG. 2. — TOUR DE 2^m 745 DE HAUTEUR DE POINTES : Vue d'ensemble, les socles de surélévation étant enlevés.

sionomie particulière que les visiteurs de l'Exposition de Liège ont pu remarquer.

Les figures 1 à 4 représentent la machine disposée pour le tournage des pièces de moindre diamètre. Le tour a, dans ce cas, 60 pouces (1^m 525) de hauteur de pointes. On peut voir sur ces figures les socles de surélévation non utilisés qui ont été placés en arrière du tour. Un pont roulant rend faciles et rapides la mise en place et l'enlèvement de ces socles. Les figures 1 et 2 (pl. XXII) représentent la machine en élévation avec les socles de surélévation en place. Dans ce cas, la hauteur de pointes est portée à 108 pouces (2^m 745) pour permettre au tour de recevoir les plus grosses pièces qu'il peut usiner.

Nous donnons ci-dessous les dimensions et caractéristiques principales de cette machine.

Hauteur de pointes sans socles-garnitures mètres.	1,525
Distance entre pointes	2,715
Longueur totale du banc.	15,250
Longueur du banc.	22,250
Profondeur du banc.	5,070
Diamètre du plateau.	0,711
Diamètre des poulies à gradins.	3,66
Diamètre des poulies à gradins.	0,813 à 1,22
Largeur des gradins. millimètres.	216

en acier forgé et trempé. Il est monté à chaud sur son arbre, et calé au moyen de quatre clavettes qui font partie de l'arbre.

Les engrenages de la poupée fixe sont constitués par des couronnes taillées, montées sur des corps de roue en fonte. Tous les engrenages ont été taillés entièrement à la machine et les dents des engrenages du porte-outil sont taillées en plein métal. Les diverses combinaisons d'engrenages permettent de faire varier dans de grandes limites les vitesses de plateau.

Les arbres moteurs sont en acier trempé; ils sont munis de doubles clavettes, et tournent dans des coussinets en bronze phosphoreux. L'extrémité avant de l'arbre de la poupée est évidée, pour recevoir une douille en acier dur, qui porte une pointe E du même acier, le tour étant disposé de façon que la pointe et la douille puissent être enlevées à volonté.

Le plateau est très solidement construit: il est muni de fortes nervures à l'arrière; sa couronne dentée est montée sur une bride venue de fonte à l'arrière du plateau, et retenue sur cette dernière au moyen de vis en acier. La face antérieure du plateau porte quatre mâchoires F, en acier forgé, très puissantes. Ces mâchoires sont maintenues par des boulons en acier, qui pénètrent dans des rainures et leur permettent de se mouvoir séparément sur le plateau, au moyen de vis en acier forgé de grand diamètre, pourvues d'écrous d'arrêt et

TOUR DE 2^m 745 DE

Fig. 2. Vue en bouticôté de la pompe fixe.

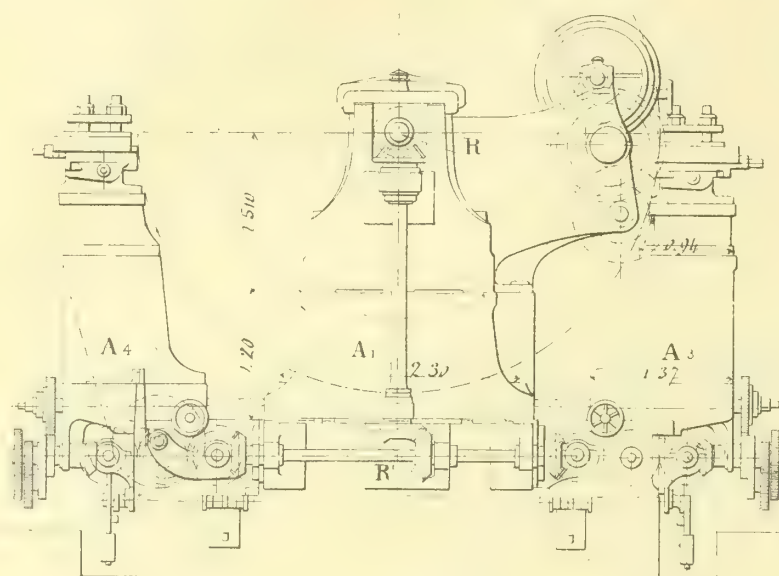


Fig. 4. Vue en bouticôté de la pompe fixe.

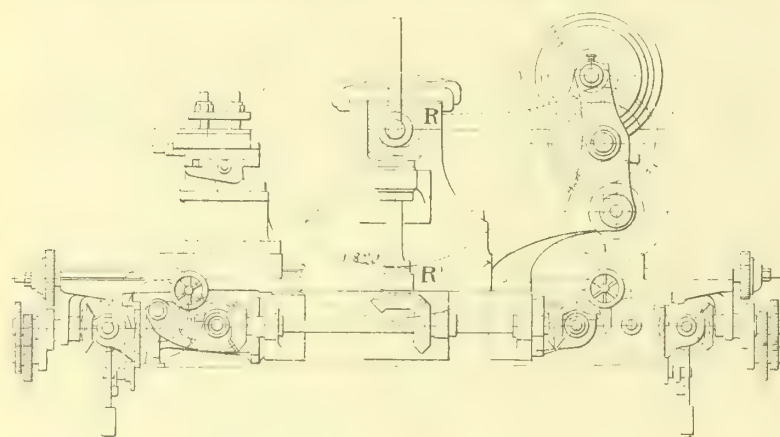


Fig. 6. Vue en bouticôté de la pompe mobile.

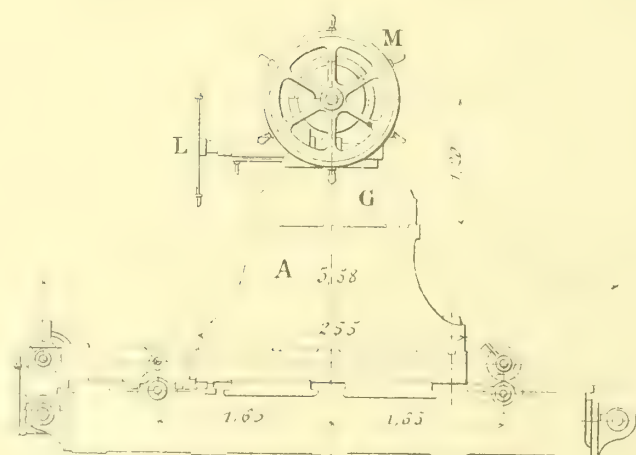


Fig. 1.

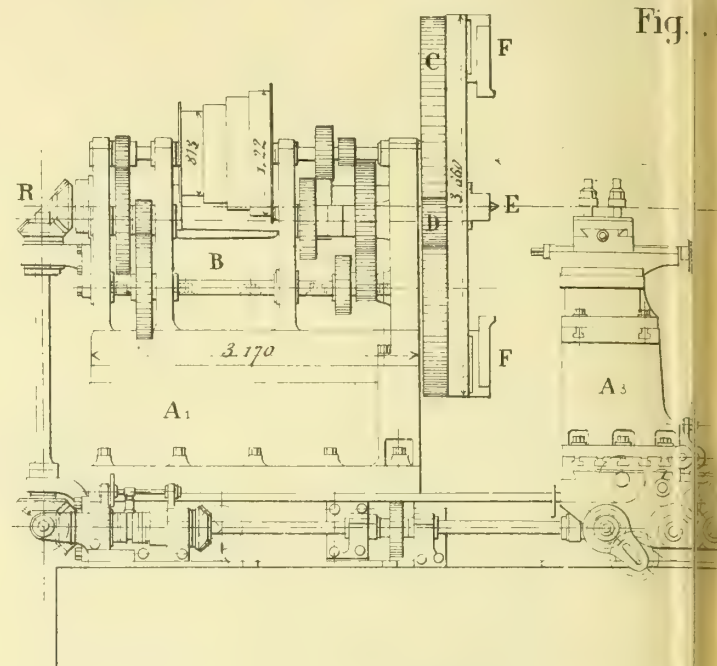
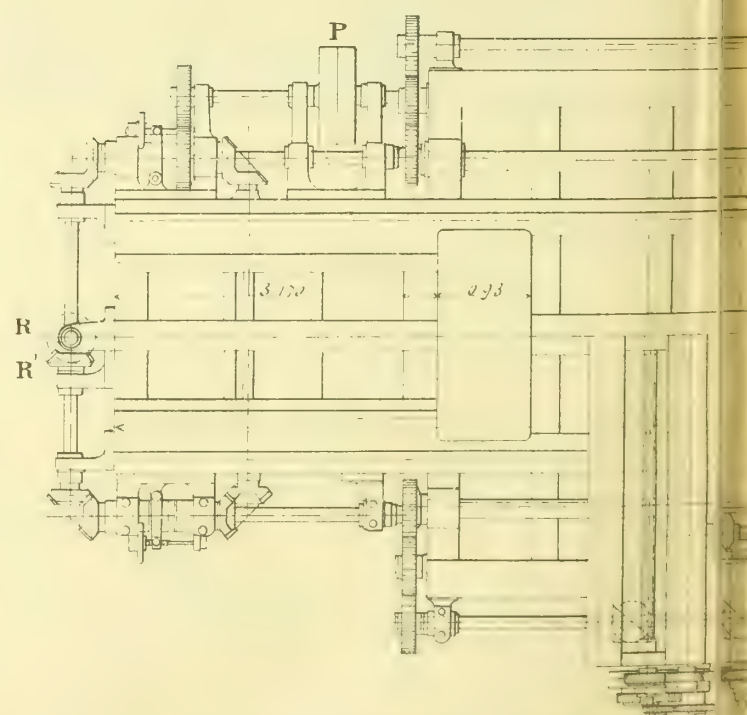
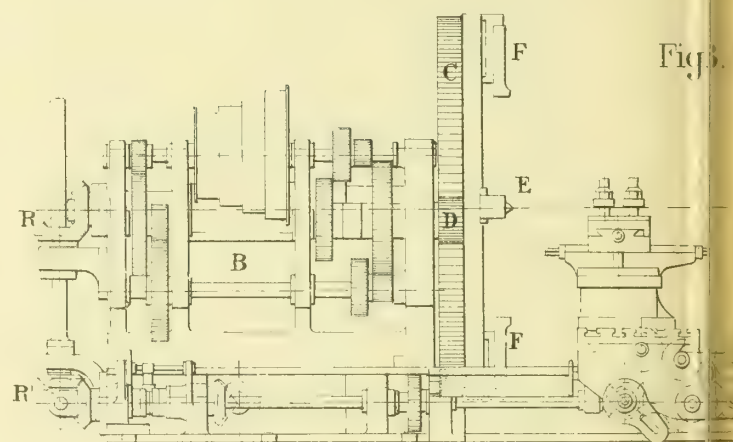
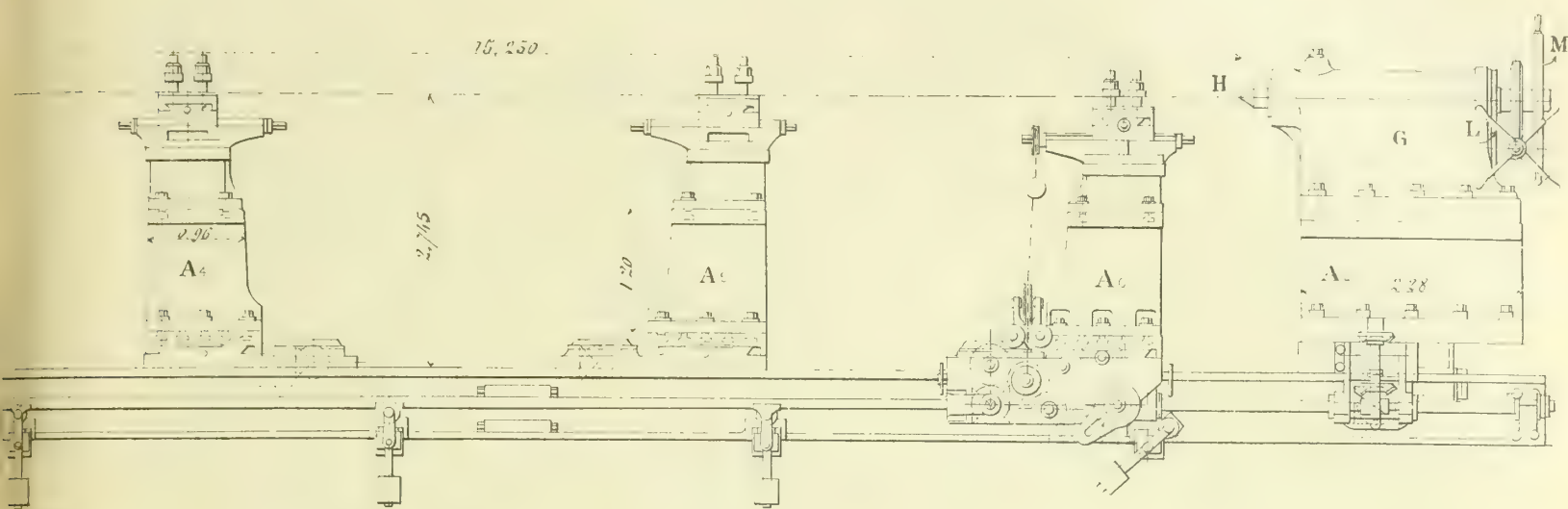


Fig. 3.



AUTEUR DE POINTES

(Les socles de surelevation étant en place)



(Les socles de surelevation étant en place)

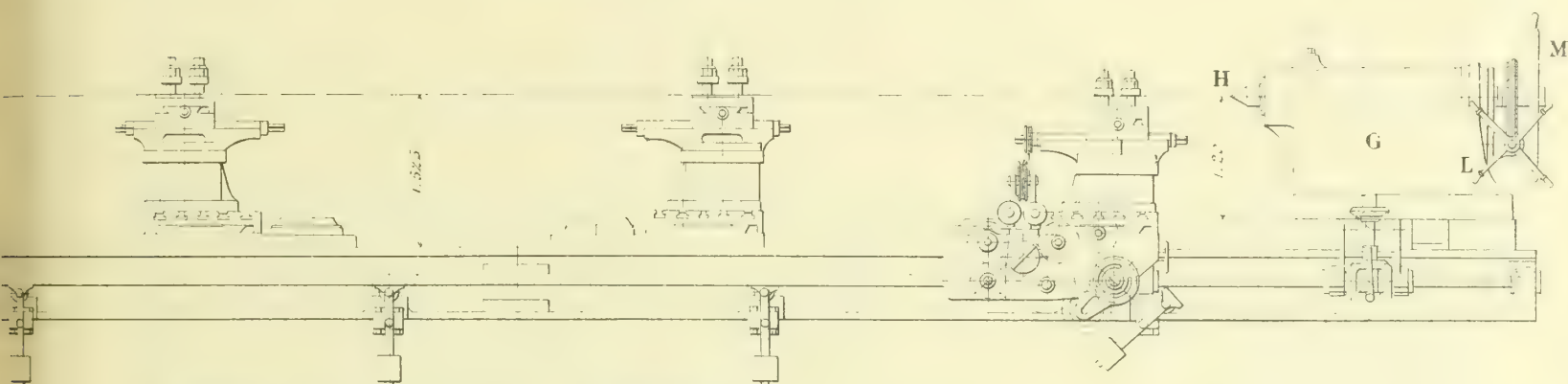
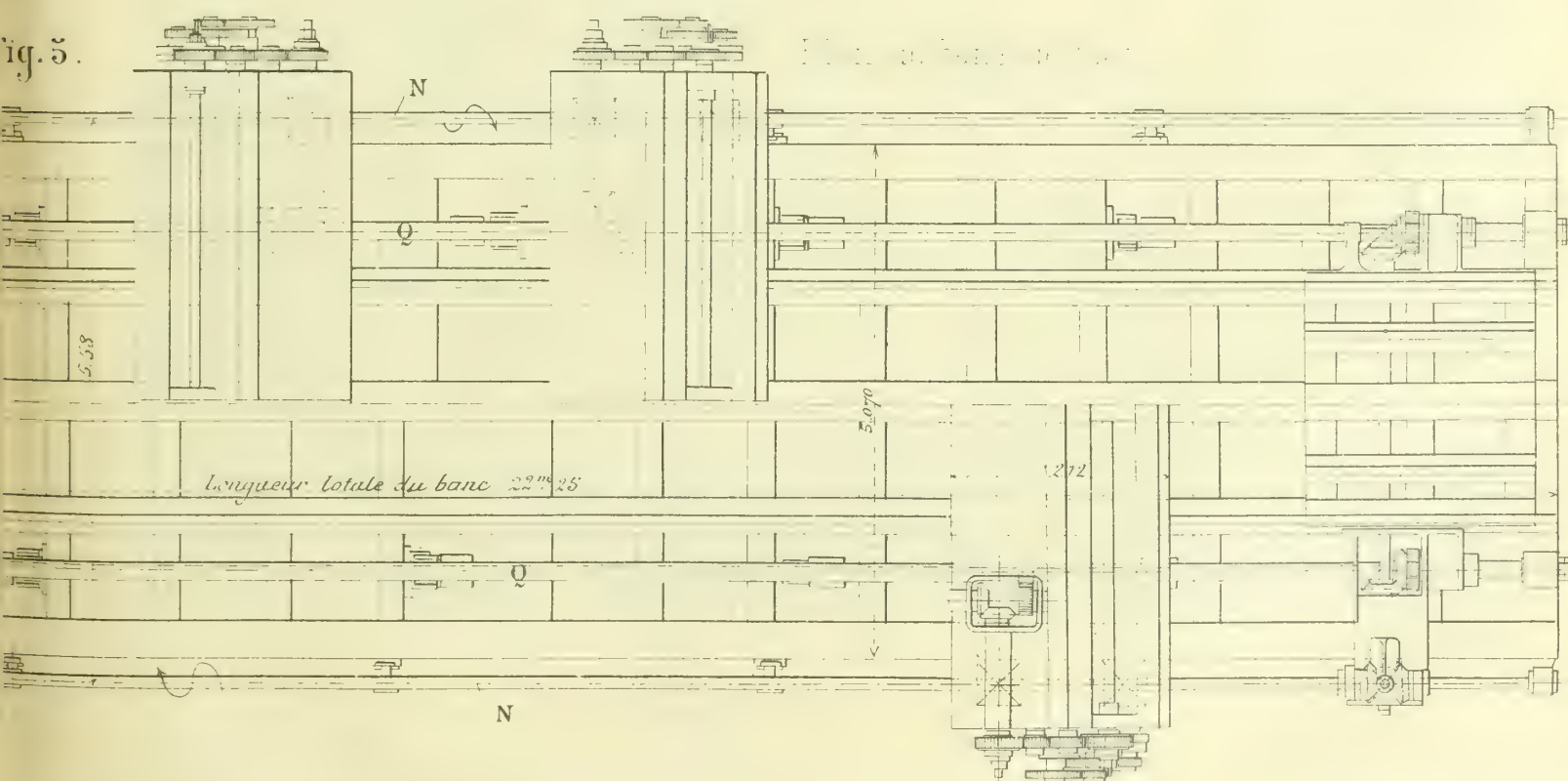


Fig. 5.



de rondelles pour recevoir la poussée des mâchoires. Chacune de ces mâchoires porte, en outre, d'autres mâchoires plus petites, servant à fixer les pièces de petites dimensions. Lorsque la poupée est disposée pour une hauteur de pointes de 2^m 745, elle est montée sur une lourde

bras; on obtient ainsi un déplacement rapide du cylindre; l'ouvrier peut, en outre, grâce à un dispositif de débrayage très rapide de la vis sans fin, se servir du grand volant à main M, qui commande directement la vis du cylindre.

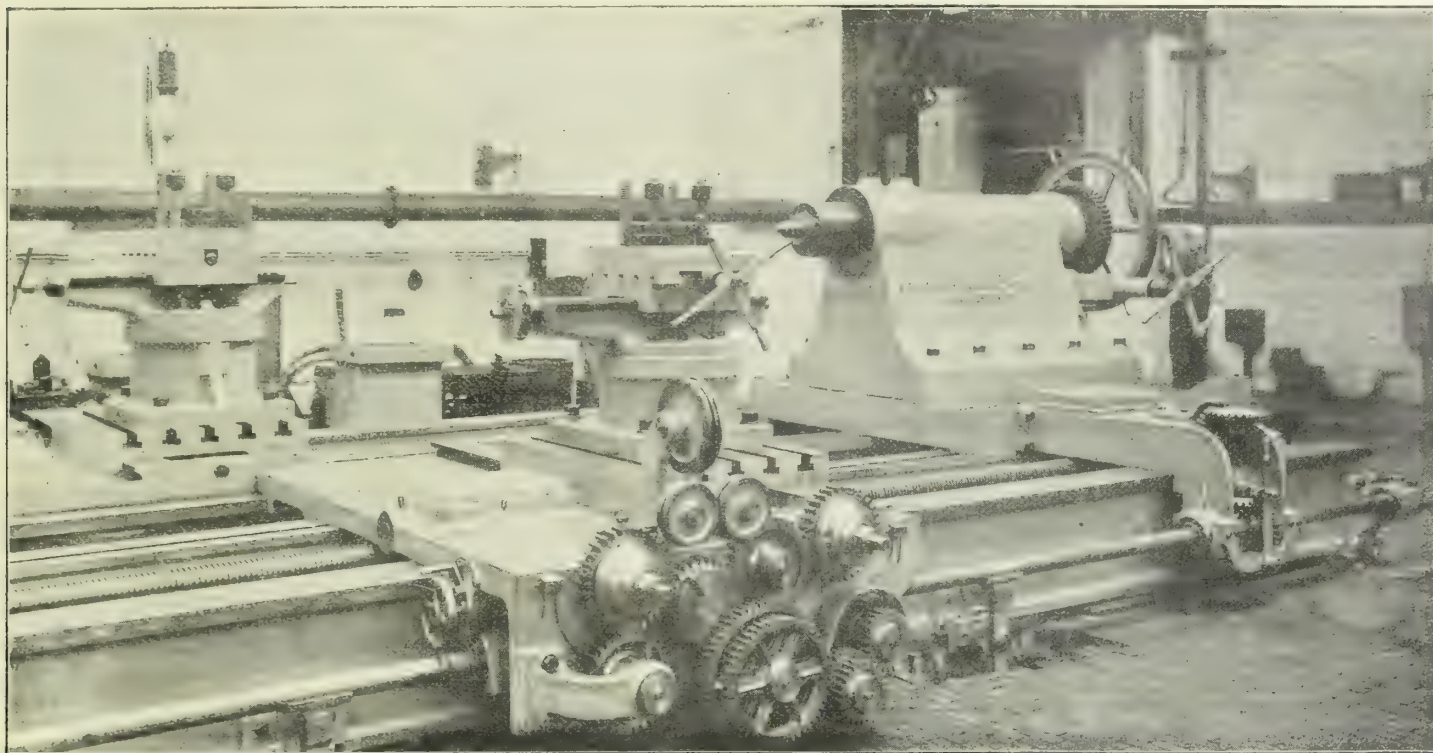


FIG. 3. — TOUR DE 2^m 745 DE HAUTEUR DE POINTES : Vue de la poupée mobile.

selle en fonte A₁, de 1^m 20 de profondeur, maintenue en place, ainsi que la poupée, par de fortes vis en acier.

La poupée mobile G (fig. 1, 3 et 6, pl. XXII) est également de construction très solide; elle est munie d'un cylindre ou canon en acier

Le cylindre porte, à son extrémité antérieure, une douille d'acier avec une pointe en acier trempé; douille et pointe sont toutes deux démontables. Ce cylindre peut être arrêté dans une position déterminée par un boulon de serrage agissant sur un coussinet approprié. La pou-

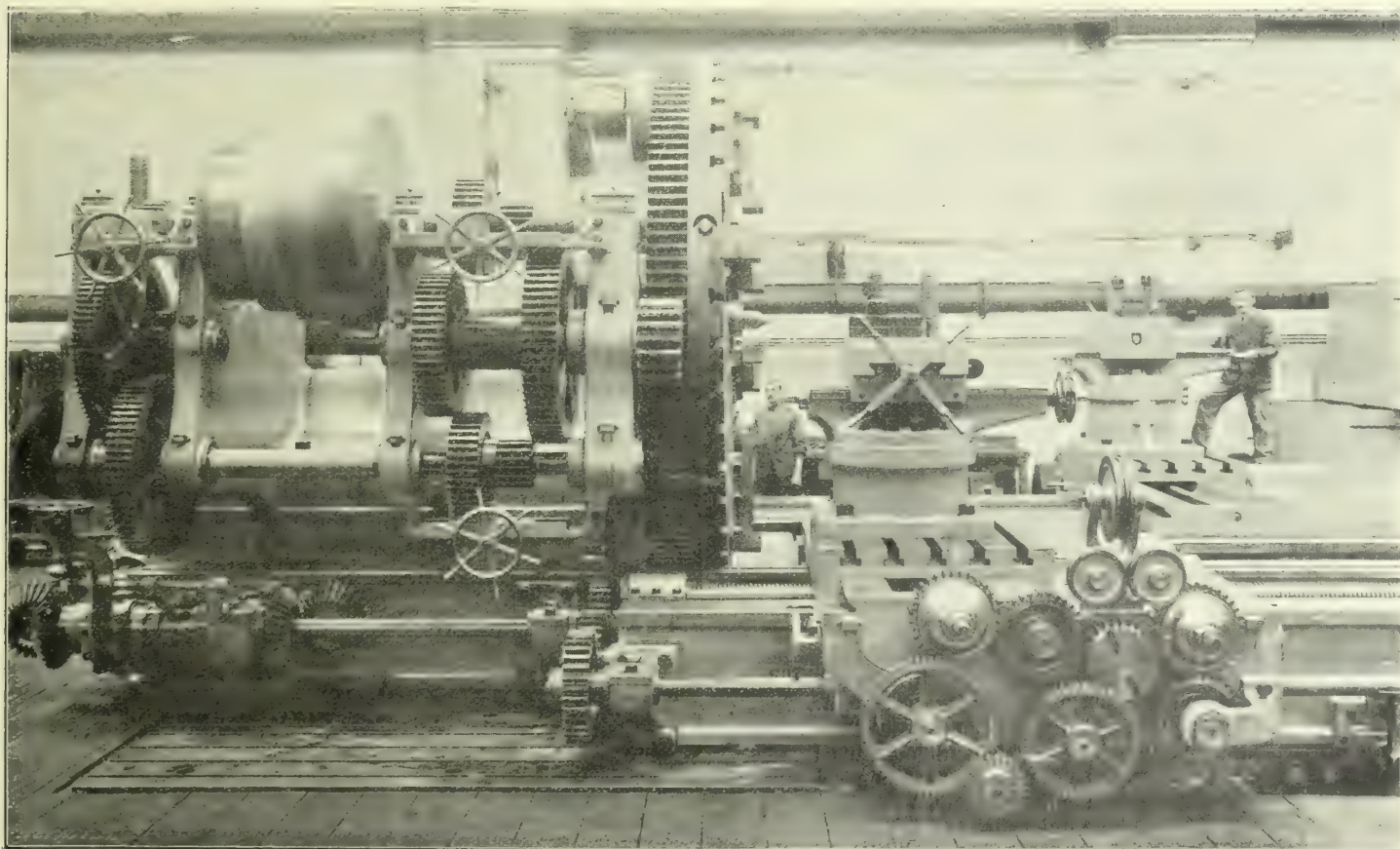


FIG. 4. — TOUR DE 2^m 745 DE HAUTEUR DE POINTES : Vue de la poupée fixe.

forgé comprimé, réglable au moyen d'une vis en acier tournant dans un écrou en bronze phosphoreux. La pointe est engagée dans la pièce à travailler à l'aide d'une roue hélicoïdale mise en mouvement par une vis sans fin commandée par un volant-levier L, qui est à quatre

pée mobile est montée sur une selle dont le mouvement est assuré par un renvoi de la tringle de chariotage; un levier agissant sur un embrayage à griffe commande le sens du mouvement. Pour une hauteur de pointes de 108 pouces, un lourd socle de surélévation en fonte A₂

est introduit entre la poupée et la selle; les deux parties sont maintenues sur le banc par des boulons en acier pénétrant dans des rainures en T.

Les supports de porte-outils, au nombre de quatre, sont indépendants. Ils permettent de fileter des pas de vis très réduits, allant jusqu'à 1^{mm} 6. Ils peuvent se déplacer rapidement le long du banc, au moyen de tringles de transmission N (fig. 5, pl. XXII), et sont pourvus d'avances automatiques, aussi bien pour le sens longitudinal que pour le sens transversal. Le mécanisme de l'avance, pour tous les mouvements rapides, est commandé par un moteur séparé, au moyen d'un renvoi sur la poulie P (fig. 5, pl. XXII); le sens des avances et celui des mouvements rapides sont gouvernés par des leviers convenablement disposés.

Les quatre supports de porte-outils sont munis de chariots compound, et peuvent pivoter pour le tournage conique. Les porte-outils, à l'avant, sont pourvus d'un dispositif d'avance automatique pour le tournage en cône. Les vis d'avancement des chariots sont de grand diamètre, et les écrous sont très longs. Les boulons à crampons, pour fixer les outils, et les crampons eux-mêmes, sont en acier forgé très résistant. Chaque chariot du porte-outil est muni, sur sa face supérieure, d'une plaque de protection, en acier forgé. Lorsque les pointes sont à la hauteur de 2^m 745, les supports sont montés sur des selles A₃, A₄, A₅, A₆, de 1^m 20 de profondeur, et sont maintenus, ainsi que leurs selles, par des vis en acier.

Le banc du tour (fig. 5, pl. XXII) est en quatre pièces, dressées avec précision, et assemblées par des boulons en acier. Les deux vis-mères Q du banc, en acier forgé et comprimé à l'état fluide, d'une seule pièce, sont de très grand diamètre, et filetées avec grande précision; le banc a reçu, en outre, deux tringles de chariotage N, à rotation rapide, qui donnent de fortes avances. Les vis-mères et les tringles sont supportées par des coussinets posés sur des leviers oscillants avec contrepoids, lesquels sont chassés, au passage des selles, par des taquets de butée fixés en dessous de ces derniers. Le mouvement d'avancement des selles est transmis de l'arrière de l'arbre de poupée, au moyen de roues d'angle en acier forgé R (fig. 1 à 5, pl. XXII), d'un arbre vertical, d'un autre transversal, et enfin d'une nouvelle paire de roues d'angle R'; l'embrayage avec les tringles de chariotage se fait par des griffes.

Comme à l'ordinaire, le tour est complété par les appareils de commande supérieure et de débrayage de courroie, par les jeux de roues d'engrenage, de clefs, les manivelles à quatre bras, et un système complet de graissage des diverses parties. Des plaques indicatrices en bronze donnent les instructions relatives à la position des leviers pour les avances, ainsi que celles qui sont nécessaires pour exécuter les différents mouvements.

J. GARNIER,
Ingénieur civil.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

PRODUCTION DES TRÈS BASSES TEMPÉRATURES Liquéfaction de l'air et de l'hydrogène.

(Suite et fin¹.)

APPAREILS POUR LA LIQUÉFACTION DE L'HYDROGÈNE. — Dans le précédent numéro nous avons décrit l'appareil à hydrogène liquide de M. Dewar. Nous allons maintenant donner la description de ceux de M. Travers et de M. Olszewski.

Appareil de M. Travers. — Dans l'appareil de M. Dewar, l'hydrogène détendu et froid est, comme nous l'avons vu, entraîné assez rapidement vers l'extérieur et le pouvoir réfrigérant dont il est doué n'est pas complètement utilisé. La chaleur spécifique de ce gaz est en effet relativement élevée puisqu'elle est égale à 3,41 alors que celle de l'air n'est que de 0,238 et M. Travers a remarqué que la chaleur absorbée par les 1 000 grammes d'hydrogène froid, qui représentent à peu près la consommation de l'appareil pendant une heure est équivalente à la chaleur latente de 45 litres d'air liquide. Il y avait donc lieu de chercher à mieux utiliser cette source de froid et c'est ce qui a été réalisé dans l'appareil de M. Travers dont nous allons maintenant donner la description.

L'hydrogène traverse successivement un régénérateur, un serpentín refroidi dans de l'air liquide bouillant sous la pression atmosphérique, un serpentín immergé dans de l'air bouillant dans le vide et finalement l'appareil à détente. Le gaz détendu est employé à refroidir le régénérateur contenu dans le liquéfacteur, à réaliser des gaines protectrices autour des chambres qui contiennent les serpentins, et enfin à abaisser la température du régénérateur initial. L'utilisation mieux comprise du froid transporté par l'hydrogène a rendu inutile l'emploi de l'acide carbonique comme corps réfrigérant; quant à l'air liquide nécessaire, il est préparé dans une machine indépendante et conservé dans des flacons d'Arsonval-Dewar jusqu'au moment de sa consommation.

Les différentes parties de l'appareil sont disposées comme le montre la figure 1; le régénérateur initial C est dans une caisse L en laiton mince; à côté de lui et sur la même verticale sont placés à la file les deux serpentins D et E et le liquéfacteur final F.

L'hydrogène, comprimé à 150 atmosphères et refroidi à la température du laboratoire, arrive par le tube A et pénètre par le bas du régénérateur C constitué par un long tube de cuivre enroulé autour du mandrin C'. Ce sont les spires de cet enroulement que le gaz détendu et encore froid vient lécher en dernier lieu avant de regagner le gazomètre par le conduit G.

Pour ne pas trop charger la figure on s'est borné à représenter les sections des spires extrêmes du régénérateur C; on a fait de même pour le régénérateur F qui fait partie du liquéfacteur.

On a constaté qu'à sa sortie de C, l'hydrogène qui arrive en D' a une température d'environ — 170 degrés; c'est à ce moment qu'il pénètre dans le serpentín D contenu dans la cuve cylindrique en laiton N. Cette cuve est en partie remplie d'air liquide et s'ouvre directement dans l'atmosphère; la température de l'hydrogène y descend

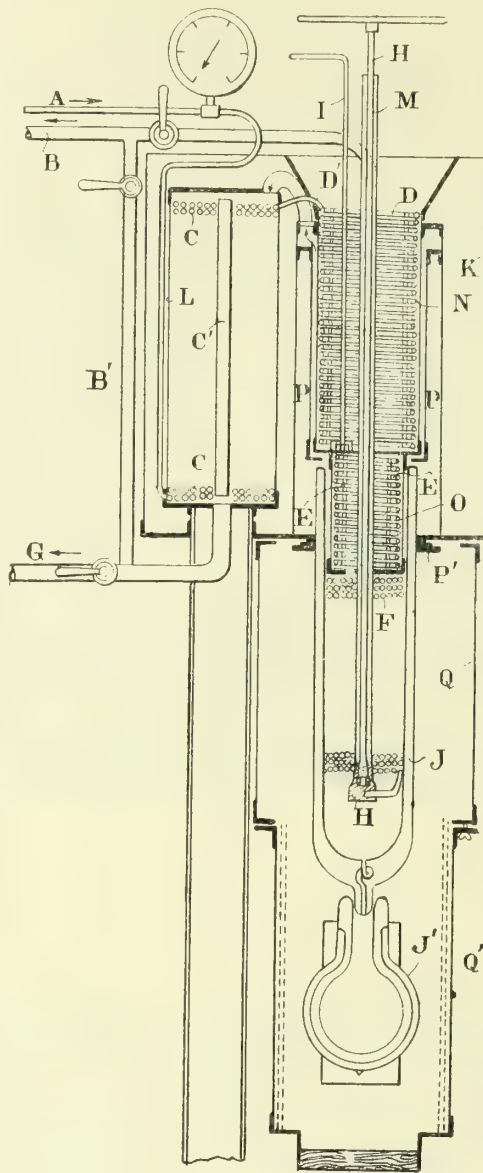


FIG. 1. — Appareil à hydrogène liquide de M. Travers.

jusqu'au point d'ébullition de l'air liquide, soit — 190 degrés. On voit que l'abaissement demandé à l'air est d'une vingtaine de degrés seulement, la consommation de ce corps se trouve, par suite, réduite à peu près au quinzième de ce qu'elle serait avec un appareil dans lequel on emploierait l'acide carbonique (— 60 degrés) pour produire la réfrigération initiale. L'usage du régénérateur C est donc réellement très avantageux.

Sous le fond de la cuve N, se trouve fixée une chambre cylindrique en laiton O, qui contient le serpentín suivant E; elle communique, par un robinet à pointeau I, avec le réservoir à air liquide qui la surmonte. Ce liquide peut donc être introduit au fur et à mesure des besoins dans cette chambre où l'on fait le vide d'une manière continue, par un tube d'aspiration qui aboutit en B, et qui, sur la figure, est en partie caché par la tige de la manette de détente H.

La chambre O est placée dans le même tube à vide J que le liquéfacteur final, ce dernier rentre d'ailleurs dans le type que nous avons déjà décrit et ne présente rien de particulier. De cette disposition, il résulte que l'hydrogène détendu en H vient lécher les parois extérieures de O après avoir traversé en remontant le régénérateur F. D'ailleurs, comme le tube J est fixé, à l'aide d'un joint en caoutchouc, dans un trou pratiqué dans le fond de la chambre cylindrique P, le gaz qui s'échappe par son ouverture se repand dans l'espace annulaire P avant d'arriver dans le régénérateur initial C.

Naturellement l'hydrogène liquéfié se rassemble dans le fond du tube J et s'écoule dans un flacon spécial J' muni d'une double gaine de vide.

La partie supérieure de l'appareil est contenue dans une boîte en laiton K et est protégée contre la chaleur extérieure par de la laine brute tassée. Sous le fond de K se trouve fixée une autre caisse en laiton Q qui se subdivise elle-même en deux parties Q et Q' reliées

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 24, p. 239.

l'une à l'autre par des boulons. Le fond du compartiment Q' est fermé par un bouchon en bois et l'ensemble de Q et Q' constitue une enveloppe étanche à l'intérieur de laquelle se répandent les vapeurs d'hydrogène provenant du récipient J'. Ce gaz peut d'ailleurs être évacué sur le circuit de retour à l'aide d'un robinet qui n'est pas visible sur la figure et qui permet de régler la pression à l'intérieur de Q. On conçoit que cette pression doit être à peine plus faible que celle qui existe à l'intérieur de J et juste suffisante pour provoquer l'écoulement de l'hydrogène liquide dans le flacon J'. Si elle était notablement plus faible, l'hydrogène gazeux passerait également par le fond du tube J au lieu de remonter à travers les spires du régénérateur F.

L'intérieur de Q' est formé par un cylindre en verre et l'enveloppe extérieure en laiton est munie de deux fenêtres longitudinales qui permettent de suivre les progrès de l'opération; cette boîte peut d'ailleurs être retirée facilement et rejetée de côté à l'aide d'une articulation spéciale au moment où l'on veut remplacer le flacon J' par un autre.

Pour terminer cette description, ajoutons qu'au début et avant de lancer l'hydrogène dans l'appareil, il est utile d'en refroidir les différentes parties par un courant d'air liquide dont on évacue les dernières traces par aspiration. Dans ce but, on réunit par l'intermédiaire du conduit B' le tube de sortie G au tuyau d'aspiration B de la pompe à vide. Au cours de l'opération normale, le robinet placé sur B' est fermé et la communication avec le gazomètre est rétablie.

Appareil de M. Olszewski. — Dans les appareils de M. Dewar et de M. Travers, on a recours au froid produit par l'évaporation de l'air liquide dans le vide avant d'opérer la détente libre de l'hydrogène. Or, comme nous l'avons dit au début, il résulte des expériences de M. Olszewski, que, pour ce gaz, le point d'inversion de l'effet Joule-Kelvin est atteint à $-80^{\circ}5$, c'est-à-dire bien au-dessus de la température -190 degrés que permet déjà d'obtenir l'air bouillant sous la pression atmosphérique. Il était donc naturel d'essayer de réaliser la simplification consistant à supprimer l'emploi du vide; M. Olszewski y est d'abord parvenu économiquement en adjoignant à un régénérateur à hydrogène, analogue à celui de M. Travers, un second régénérateur traversé par les vapeurs froides que l'air dégage en s'évaporant dans l'atmosphère. Plus récemment ce savant a fait connaître un appareil encore plus simple et extrêmement élégant représenté sur la figure 2 extraite de son mémoire original.

Tous les organes essentiels sont abrités à l'intérieur d'un long tube à vide i dont la double paroi n'a pas été argentée plus bas que la valve de détente e , afin de laisser voir le liquide qui se rassemble dans le bas de i et que l'on soutire dans le flacon p en ouvrant le robinet r .

Le tube i est prolongé à sa partie supérieure par un cylindre en laiton o qui lui est relié par un joint étanche formé par une bague de caoutchouc n convenablement serrée; ce prolongement contient une partie du régénérateur d'entrée b .

L'hydrogène comprimé à 200 atmosphères est amené par le tube a , traverse le régénérateur b puis arrive au liquéfacteur proprement dit d après avoir circulé dans le serpentin bd qui est contenu dans une boîte en laiton à peu près remplie d'air liquide. Cet air est d'ailleurs introduit au fur et à mesure des besoins par le tube g , les vapeurs qu'il dégage sont évacuées par le conduit h .

Le gaz détendu en e refroidit d'abord les spires d , puis passe dans deux petits tubes k à travers le récipient à air liquide bd pour terminer son action réfrigérante dans le régénérateur initial b et sortir de l'appareil par le tube l fixé au couvercle m .

Les régénérateurs utilisés ici sont constitués par l'enroulement parallèle de deux ou trois tubes de cuivre, de manière à augmenter la surface d'échange calorifique sans obliger le gaz à parcourir un trajet d'une longueur exagérée; on diminue ainsi notablement l'effet nuisible des frottements qui sont loin d'être négligeables.

L'appareil de M. Olszewski peut évidemment servir à liquéfier l'air; lorsqu'on veut l'employer pour obtenir de l'hydrogène liquide, il faut, comme dans l'appareil de M. Travers, produire un refroidissement préalable des canalisations. A cet effet, on verse, par le tube g , de l'air liquide dans le réservoir bd et on lance par a un courant d'air

sec bien purgé d'acide carbonique et comprimé à environ 100 atmosphères. Cet air, détendu en e , ne tarde pas à se liquéfier et à se rassembler dans le bas du tube i ; on supprime alors l'arrivée du courant gazeux et on soutire l'air liquide dans le flacon p , on balaye ensuite le gaz qui est resté dans l'appareil, en y faisant circuler quelque temps et sous une pression modérée un courant d'hydrogène amené par a . Lorsque ce nettoyage est terminé, on ferme la valve e et l'on fait fonctionner le compresseur jusqu'à ce que la pression de l'hydrogène monte à 200 atmosphères environ; on commence alors la détente en ouvrant la valve e avec précaution.

Le liquide obtenu contient au début une petite quantité d'air solide à l'état pulvérulent dont on le débarrasse en le faisant passer à travers un tamis de lin.

Préparation de l'hydrogène. — Le fonctionnement des appareils que nous venons de décrire implique la mise en œuvre d'un assez grand nombre d'engins accessoires. Avec le dispositif de M. Dewar, il est nécessaire d'employer trois compresseurs respectivement affectés à l'acide carbonique, à l'air et à l'hydrogène; une pompe à vide est également nécessaire pour accélérer l'évaporation de l'air liquide. M. Travers a recours à un compresseur à hydrogène et à une pompe à vide; il utilise de l'air liquide préparé dans une machine de Hampson. M. Olszewski fait de même; toutefois, comme nous l'avons vu, les opérations sont encore plus simples puisqu'il n'a pas besoin de faire le vide.

La description même sommaire de ces machines nous entraînerait trop loin et nous nous bornerons à dire quelques mots sur la préparation et l'emploi de l'hydrogène. Ce gaz est obtenu par l'action, sur le zinc commercial, d'une solution étendue d'acide sulfurique légèrement additionnée de sulfate de cuivre. La réaction s'opère dans des récipients en plomb et le gaz se rend dans un gazomètre après avoir traversé deux flacons laveurs dont l'un contient une solution de permanganate de potasse et l'autre une solution de soude caustique.

Un compresseur du type Whitehead prend le gaz dans le gazomètre et le refoule dans des récipients en acier contenant de la potasse caustique destinée à terminer sa dessiccation; le gaz a été, en effet, déjà débarrassé en partie de son humidité par circulation dans des serpents refroidis par un courant d'eau froide. Le gaz non liquéfié retourne au gazomètre qui parcourt de nouveau le même circuit.

L'impureté la plus à craindre est l'air atmosphérique qui s'introduit toujours plus ou moins au moment du passage de l'hydrogène à travers le compresseur; il convient de ne pas employer du gaz dont la teneur en oxygène dépasse 0,5 % et l'on s'en assure par un essai préliminaire.

Propriétés de l'hydrogène liquide. — **Hydrogène solide.** — L'hydrogène liquide peut être conservé pendant longtemps dans des vases d'Arsonval-Dewar; dans une expérience de M. Olszewski, 200 centimètres cubes de ce corps, placés dans un tel récipient, ont mis plus de cinq heures pour s'évaporer.

Le liquide obtenu est clair et incolore; son indice de réfraction est de 1,2 et le ménisque qu'il forme à l'intérieur des flacons est aussi nettement défini que celui de l'air liquide; son point d'ébullition sous la pression atmosphérique est de 21 degrés absolus (-252 degrés).

En faisant le vide au-dessus de l'hydrogène liquide, protégé dans une double enveloppe vide entourée elle-même d'air liquide, M. Dewar a constaté que, lorsque la pression descendait au-dessous de 55 millimètres, l'hydrogène se prenait en une masse spongieuse ressemblant à une écume gelée. Il a également pu obtenir l'hydrogène solide sous forme de glace incolore; pour cela on remplit d'hydrogène bien pur un récipient d'un litre de capacité environ terminée par un tube étroit qui est immergé dans un bain d'hydrogène dont on provoque la solidification spongieuse comme précédemment. L'hydrogène contenu dans le récipient vient alors se liquéfier puis se solidifier dans la partie refroidie; on peut l'y observer en provoquant la fusion de la masse spongieuse environnante; à cet effet, il suffit de faire remonter la pression un peu au-dessus de 55 millimètres.

La température de solidification de l'hydrogène est d'environ 15 degrés absolus, c'est à peu près la moitié de sa température critique qui est de 30 à 32 degrés; une remarque analogue s'applique à l'azote solide (1).

On ne peut pas espérer, par l'évaporation rapide de l'hydrogène dans le vide, abaisser la température au-dessous de 13 degrés absolus; il en résulte que la méthode des cascades n'est point applicable à l'hélium dont le point critique est voisin de 9 degrés absolus. Pour liquéfier ce dernier gaz, il sera vraisemblablement nécessaire d'avoir encore recours à la détente libre en faisant jouer à l'hydrogène le rôle de réfrigérant préliminaire. L'obtention de l'hélium liquide permettrait sans doute d'obtenir des températures voisines de 5 degrés absolus et c'est là la température la plus basse que l'on puisse espérer atteindre avec les gaz actuellement connus.

La chaleur latente de fusion de l'hydrogène est de 16 calories environ, sa chaleur latente de vaporisation est de 200 calories; ce corps aurait donc un meilleur rendement frigorifique que l'air dont la chaleur latente de vaporisation n'est que de 65 calories.

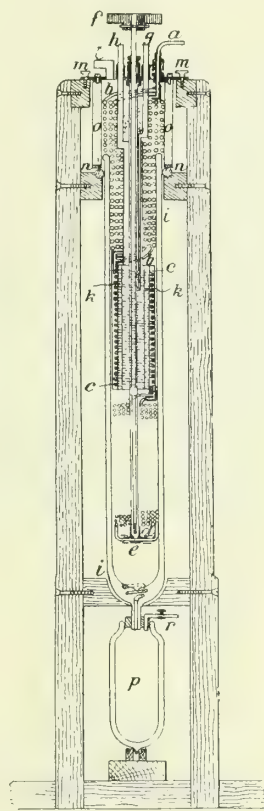


FIG. 2.
Appareil à hydrogène liquide
de M. Olszewski.

(1) Point de fusion de l'azote solide, 62 degrés; point critique, 127 degrés absolus.

Emploi de l'hydrogène ou de l'air liquide pour obtenir le vide de Crookes.

— Enfin, pour terminer, signalons une application intéressante, due à M. Dewar, qui s'est servi du froid considérable que l'on peut obtenir avec l'hydrogène pour réaliser un vide à peu près parfait à l'intérieur des récipients en verre. Il suffit, en effet, de souder à un ballon un tube dont l'extrémité est fermée, puis immergée dans l'hydrogène liquide pour que tout l'air qu'il contient vienne se liquéfier puis se solidifier dans la partie refroidie. La tension de vapeur de l'air solide à la température de 20 degrés absolus étant extrêmement faible, le vide produit est suffisant pour que l'on puisse observer, en faisant passer l'étincelle électrique dans le ballon, les phénomènes de phosphorescence et la production de rayons X caractéristiques du vide de Crookes. D'ailleurs, pour peu que l'opération se prolonge, le vide s'accroît par suite de la condensation des dernières particules d'air et l'étincelle cesse de traverser le ballon.

Si elle était réalisable économiquement, l'expérience précédente présenterait un intérêt pratique réel, à notre époque où la consommation d'ampoules vides d'air est considérable (lampes à incandescence, tubes de Röntgen, etc.). D'ailleurs, comme M. Dewar l'a également montré, le même résultat peut être atteint en employant uniquement le froid produit par l'air liquide.

On sait avec quelle facilité certains corps poreux, tels que le charbon de bois, absorbent les gaz à la température ordinaire; ce pouvoir absorbant est considérablement exalté aux très basses températures, et, en soudant au ballon qu'on veut vider une petite éprouvette contenant du charbon en poudre, on peut observer, en la plongeant dans de l'air liquide, toutes les phases de l'expérience décrite ci-dessus.

Le gaz contenu dans le ballon se trouve, en effet, progressivement absorbé par le charbon, et le vide de Crookes est obtenu en quelques minutes par ce procédé, alors qu'il est nécessaire d'opérer pendant plusieurs heures pour atteindre le même résultat avec les trompes à mercure ordinairement employées pour cet usage.

Afin d'éviter l'emploi d'une trop grande quantité de charbon, il est avantageux de faire, dans l'appareil, un vide préalable, relativement grossier, à l'aide d'une machine pneumatique ordinaire.

A. LAFAY,

Professeur à l'École Polytechnique.

AGRICULTURE

L'AGRICULTURE A L'EXPOSITION DE LIÈGE 1905

Organisation de l'Enseignement agricole en Belgique.

L'étude détaillée de la section d'Agriculture et des Industries agricoles à l'Exposition de Liège présente, pour le visiteur, une certaine difficulté résultant de ce fait que les échantillons, documents, machines et instruments ne sont pas groupés dans un bâtiment spécial, ni même sur un emplacement affecté uniquement aux exposants de ces catégories. La Belgique et la France ont édifié des pavillons spéciaux; mais la participation agricole des autres nations n'a pas été assez importante pour justifier la construction de bâtiments distincts, et l'on est obligé de parcourir toute l'étendue de l'Exposition pour y découvrir ce qui appartient aux groupes VII et VIII (Agriculture et Horticulture). Groupant les exposants par nationalités, nous signalerons, dans chaque section, ce qui nous paraît le plus digne d'attirer l'attention des spécialistes. C'est dans cet ordre d'idées que nous croyons devoir exposer avec quelque détail l'organisation de l'enseignement agricole en Belgique.

La Belgique est un des pays où la culture est conduite de la façon la plus intensive; sur les 2 945 557 hectares qui composent son territoire, 2 607 514 sont occupés par la culture, 809 691 sont réservés aux céréales, 26 325 aux légumineuses, 105 741 aux plantes industrielles, 238 492 aux plantes racines, 637 907 aux fourrages, 67 419 aux cultures diverses (jardins, pépinières, parcs, etc.); enfin 721 939 hectares sont couverts par des bois, restent incultes ou en jachère.

Le tableau suivant montre bien l'évolution subie par l'agriculture dans la deuxième moitié du XIX^e siècle :

GROUPES	1846	1866	1880	1895
Céréales et fariniers	31,73	36,30	34,55	31,05
Légumineuses	2,64	1,42	1,22	1,01
Plantes industrielles	2,52	4,33	3,58	4,06
Plantes racines	5,10	7,52	8,74	9,43
Fourrages	19,87	20,40	21,25	24,46
Autres cultures	1,92	4,83	2,46	2,60
Jachères, bois et terrains incultes . .	34,22	28,20	28,23	27,67
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00

Cette statistique prouve que la culture des céréales a diminué d'une façon assez sensible, tandis que celle des plantes industrielles, et surtout celle des plantes racines et des fourrages se sont beaucoup développées. Ces deux faits sont en corrélation avec l'avilissement du prix des grains et avec l'importance qu'a prise, en Belgique comme dans les principaux pays agricoles, la spéculation sur les animaux.

La Belgique n'est pas un pays de grandes exploitations : celles de plus de 150 hectares ne représentent, en effet, que 1,40 % de la superficie totale du pays; les propriétés de 10 à 15 hectares occupent 12,88 % du territoire; enfin, 30,09 % des exploitations rurales n'ont qu'une étendue comprise entre 1 et 2 hectares. Le morcellement est donc extrême en Belgique, surtout dans certaines provinces, comme la Flandre orientale, où près de la moitié de la superficie cultivée (40 %) est occupée par des exploitations de moins de 5 hectares. Mais si l'on compare les résultats culturels obtenus actuellement et au début des enquêtes agricoles, on est frappé par les progrès réalisés dans la production; c'est ainsi que le rendement moyen par hectare est passé : pour le blé, de 14 à 19 quintaux, et, pour les betteraves fourragères, de 29 à 44 tonnes. Ces résultats sont dus à la fois au meilleur travail du sol et à l'emploi judicieux des engrais; mais ces deux causes dérivent elles-mêmes de la diffusion de l'enseignement agricole à tous les degrés, et au nombre, ainsi qu'à l'influence des associations agricoles, libres ou officielles.

Aussi l'exposition d'Économie rurale et d'Enseignement agricole est-elle particulièrement intéressante. Elle est installée sur la rive gauche de la Meuse, au secteur de la place Fragnée, dans le grand pavillon de l'Agriculture et de l'Horticulture, dont elle occupe la majeure partie (1).

Enseignement agricole. — Les visiteurs aperçoivent tout d'abord, sur la périphérie du groupe central, de très nombreuses photographies, encadrées ou réunies sous forme d'albums, qui donnent une idée très nette des types de construction, des modes de culture et du genre de vie des populations agricoles dans les diverses provinces du royaume. Les salons séparés composant ce groupe central sont affectés principalement à l'exposition de l'Enseignement agricole, comprenant l'exposition du Ministère de l'Agriculture, celle de la collectivité des écoles et les expositions scolaires individuelles.

L'exposition du Ministère de l'Agriculture est surtout une exposition administrative; elle consiste en cartes et en graphiques indiquant l'emplacement des écoles, les circonscriptions des agronomes d'État, les variations du nombre d'élèves dans les écoles, ainsi que des crédits alloués aux différentes branches de l'enseignement, des collections de manuels et d'avis à l'usage des élèves et des agriculteurs, des monographies de régions belges, etc.

Celle de la collectivité des écoles a été organisée par le Comité d'admission de la classe 5. Les différentes écoles permanentes ou temporaires, les cours, les sections d'enseignement agricole, etc., ont été divisés en trois groupes, disposant chacun d'un salon particulier, et correspondant aux trois degrés de l'enseignement agricole belge : enseignement supérieur, enseignement moyen et enseignement populaire.

ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR. — Les établissements d'enseignement supérieur sont : l'École de Médecine vétérinaire de l'État, l'Institut agricole de l'État (Gembloux) et l'Institut agronomique de l'Université de Louvain.

École de Médecine vétérinaire. — L'École de Médecine vétérinaire belge date de 1832. Elle devint école d'État en 1836, sous le nom d'École de Médecine vétérinaire et d'Agriculture de l'État, mais elle ne tarda pas à être spécialisée dans l'enseignement vétérinaire; ce dernier est placé, depuis 1888, sur le même niveau que l'enseignement de la médecine humaine; aux termes de la loi de 1888, nul ne peut être admis comme élève de l'École de Médecine vétérinaire ni comme candidat vétérinaire s'il ne produit un diplôme de candidat en sciences naturelles préparatoire au doctorat. La durée des études est fixée à un an et demi pour la candidature vétérinaire et à deux années pour la médecine vétérinaire. L'École possède des hôpitaux où sont reçus, moyennant rétribution fixée par le règlement, les animaux ayant besoin d'un traitement prolongé. Le personnel enseignant, assez nombreux, comprend des professeurs, des agrégés et des assistants; chacun d'eux est obligé de publier, aux frais de l'État, un précis du cours qu'il professe; un exemplaire de ce précis est mis, moyennant une légère rétribution, à la disposition de chacun des élèves.

Institut agricole de l'État. — L'Institut agricole de l'État a été fondé en 1860, et installé dans les magnifiques bâtiments de l'ancienne abbaye de Gembloux, à 18 kilom. de Namur, dans une région essentiellement agricole. Les élèves ne sont admis qu'à dix-sept ans révolus; ils subissent un examen d'entrée, à moins qu'ils ne justifient d'un diplôme universitaire ou d'admission à l'École militaire ou à l'une des écoles spéciales ou techniques annexées aux Universités; ils sont externes ou internes. La durée normale des études est de trois ans, et

(1) Voir le plan d'ensemble de l'Exposition de Liège dans le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 12, p. 494.

les élèves ne peuvent suivre plus de deux fois les mêmes cours. Le diplôme d'*Ingénieur agricole* est délivré à ceux qui ont fait preuve de connaissances suffisantes dans les diverses branches de l'enseignement.

L'École dispose de nombreux laboratoires fort bien outillés, et d'une exploitation d'environ 60 hectares. Les laboratoires sont l'objet de la sollicitude constante du Gouvernement; on est en train de les transformer et d'en doubler la superficie.

Le rôle que la ferme joue dans cet établissement d'enseignement supérieur est bien conforme au rôle des fermes d'application, c'est-à-dire qu'elle est utilisée comme « atelier d'application des principes exposés dans les cours spéciaux » et non comme ferme-modèle; on a très bien compris qu'il n'y a pas de ferme de ce nom. Les locaux sont vastes et l'outillage mécanique est très perfectionné. L'École possède un moteur de 50 chevaux actionnant les dynamos qui servent pour l'éclairage de l'École et pour une installation-type de transport d'énergie.

L'Institut agricole de Gembloux comprend enfin, dans ses annexes, la Station laitière et l'Institut chimique et bactériologique de l'État.

L'École reçoit également des élèves libres dont le nombre peut être limité par le Ministre, et qui sont admis sur présentation d'un certificat d'études moyennes. Les élèves réguliers sont autorisés, après leur sortie, à accomplir une quatrième année d'études. Cette quatrième année est divisée en trois sections : eaux et forêts, chimie et industries agricoles, agronomie et enseignement; elle est organisée depuis 1897, et a donné déjà d'excellents résultats.

L'Institut agricole de l'État jouit d'une très grande réputation en Belgique et à l'étranger; ses cours sont de plus en plus fréquentés, et le nombre des élèves croît d'une façon très régulière. Au 1^{er} janvier 1905, il comptait 157 élèves, dont 88 belges et 69 étrangers (principalement des Polonais, des Espagnols, des Grecs, des Italiens et des Bulgares).

Institut agronomique de l'Université de Louvain. —

L'Institut agronomique de l'Université de Louvain ne dépend pas de l'État⁽¹⁾; c'est une section spéciale de la Faculté des Sciences; elle a été créée en 1878. Les études supérieures agricoles durent, à Louvain, trois années, dont deux consacrées surtout à l'étude des sciences naturelles et physico-chimiques, la troisième exclusivement aux sciences appliquées à l'agriculture. Ces études étaient sanctionnées autrefois par un diplôme unique d'*Ingénieur agricole*; depuis quelques années les élèves peuvent se spécialiser dès la troisième année, en chimie et en technologie agricole et reçoivent alors le diplôme d'*Expert chimiste agricole*.

L'Institut agronomique de Louvain admet des élèves réguliers et des élèves libres. Les premiers sont reçus sans examen, lorsqu'ils sont pourvus d'un diplôme universitaire ou autre, dans des conditions à peu près identiques à celles que nous avons données pour l'Institut agricole de Gembloux; où bien ils subissent un examen portant sur l'arithmétique, l'algèbre, la géométrie et la trigonométrie rectiligne; toutefois, l'admission n'est définitive que si les candidats subissent avec succès l'examen terminant la première année d'études générales.

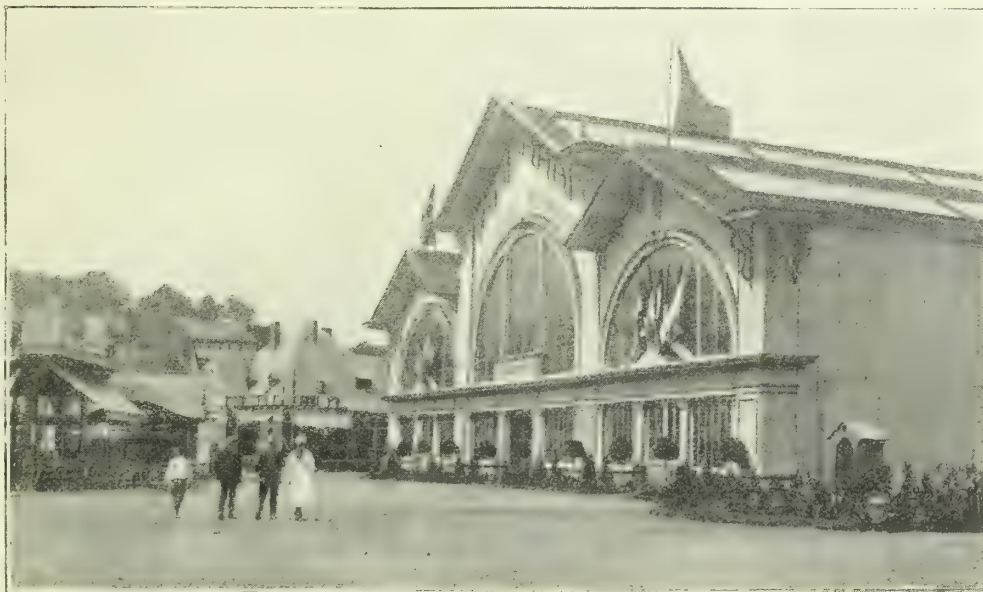
Contrairement à ce qui a lieu à Gembloux et dans toutes les écoles françaises, l'enseignement est donné dans différents établissements, dépendant tous de l'Université, mais distincts et spécialisés. Tels sont : l'*Institut de Biologie* (botanique, pathologie végétale, chimie agricole, microbiologie), le *Collège des Prémontrés* (physique, mécanique, hydraulique), le *Collège du Roi* (zoologie), le *Collège Marie-Thérèse*, ou École des Mines et Musée de Géologie (géologie, minéralogie, dessin et travaux d'architecture), l'*Institut agronomique* proprement dit, avec le Musée agricole et forestier, où sont professés les cours spéciaux. Les élèves fréquentent encore l'*Institut d'Héverlé*, école de laiterie avec

ferme de 75 hectares et champs d'expériences, situé à 1 kilom. de Louvain, les *Halles universitaires* (bibliothèque), le *Jardin botanique*, et les forêts d'Héverlé et de Meerdal (2 500 hectares), pour les applications de sylviculture.

Les élèves diplômés après leur troisième année peuvent poursuivre leurs études pendant une quatrième année, et acquérir un diplôme supplémentaire. Les Ingénieurs agricoles peuvent suivre les cours des sections d'agronomie, de sylviculture ou d'agriculture coloniale; les diplômés spéciaux correspondants leur confèrent le titre d'Ingénieur en sciences agronomiques, Ingénieur forestier, ou Ingénieur agricole colonial. Les Experts chimistes agricoles deviennent Ingénieurs chimistes agricoles après avoir suivi les cours de la section de chimie et industries agricoles.

Les programmes de ces différentes écoles supérieures sont plus étendus que ceux des écoles analogues de notre pays; la durée des études y est également plus longue. Mais il ne faut pas oublier que, dans nos écoles spéciales, on exige des candidats une instruction générale plus élevée, qui est, le plus souvent, acquise dans les lycées et collèges, ce qui suffit amplement à expliquer la réduction apparente des programmes et la diminution du nombre d'années d'études. La caractéristique essentielle du régime des écoles supérieures belges est l'absence de limitation du nombre des élèves, dont la conséquence est, jusqu'à présent du moins, l'accroissement de fréquentation de ces établissements. Il est remarquable que, dans un pays d'aussi faible étendue que la Belgique, près de trois cents étudiants suivent annuellement les cours des écoles supérieures d'agriculture (Gembloux et

Louvain), et trouvent facilement, par la suite, l'emploi des connaissances spéciales qu'ils y ont acquises, alors qu'en France l'enseignement supérieur n'est donné qu'à quatre-vingts jeunes gens, qui ont, ensuite, beaucoup de difficultés pour trouver des situations, bien qu'un quart environ de l'effectif soit pris par l'Administration des Eaux et Forêts ou par celle des Haras, et diminue sensiblement l'apreté de la concurrence. Constatons aussi que l'Université catholique de Louvain a réalisé, dès 1878, l'enseignement agricole com-



Pavillon belge de l'Agriculture et de l'Horticulture.

plet, alors que nos facultés ont dû se borner à instituer quelques cours, sanctionnés par des certificats qui conduisent à la licence, mais qui ne correspondent nullement à une instruction professionnelle complète.

ENSEIGNEMENT MOYEN. — L'enseignement moyen agricole et horticole est donné dans des écoles et dans des sections. Les études poursuivies dans les écoles sont exclusivement professionnelles; dans les sections, au contraire, une part assez large est laissée à l'instruction générale. Il y a là une organisation très spéciale, qui ne correspond ni aux Écoles nationales d'Agriculture ou d'Horticulture, ni aux Écoles pratiques de notre pays, mais qui, par l'âge d'admission et par les connaissances exigées à l'entrée, est intermédiaire entre les deux genres d'écoles françaises. Le niveau d'études est, d'ailleurs, assez variable; il se rapproche, dans certains cas, de celui de nos Écoles nationales, et, d'autres fois, de celui des Écoles pratiques.

Écoles moyennes. — L'État a institué trois écoles moyennes, dont une pour l'agriculture, à Huy, et deux pour l'horticulture, à Vilvorde et à Gand; dans ces deux dernières écoles, l'enseignement professionnel est complété par des connaissances sommaires en agriculture générale. L'École d'Agriculture de Huy est destinée aux fils de cultivateurs; les élèves doivent être âgés de quatorze ans, et justifier d'une instruction primaire complète; l'admission aux écoles de Vilvorde et de Gand ne peut avoir lieu au-dessous de seize ans, et le candidat doit être suffisamment robuste pour exécuter régulièrement tous les travaux manuels que comporte l'horticulture. La durée des études est uniformément de trois ans.

L'État subventionne également un certain nombre d'établissements

(1) Cet établissement expose des collections et publications dans la section de l'Enseignement.

de niveau moyen. Tels sont, pour l'agriculture, l'École de Carlsbourg, où l'enseignement dure trois ans, avec spécialisation en troisième année, conduisant aux diplômes d'agronome ou de maître brasseur, ou au certificat d'aptitude aux fonctions de directeur de laiterie. L'école reçoit une cinquantaine d'élèves, tous internes. Celle de la Louvière est organisée sur les mêmes bases, mais la troisième année ne comporte aucune spécialisation. Pour l'horticulture, il convient de citer l'École communale d'Horticulture de Mons (deux années d'études), celle de Tournai (trois ans), l'École professionnelle d'Horticulture de Liège (trois ans), et l'École d'Horticulture de Carlsbourg (trois ans). A l'exception de cette dernière, qui est un établissement congréganiste, les écoles d'horticulture subventionnées ont été fondées par les villes ou les communes, avec le concours des Sociétés d'encouragement.

Sections agricoles. — Les sections agricoles moyennes sont au nombre de seize, et réparties à peu près uniformément sur tout le territoire belge. Les élèves doivent fréquenter une classe correspondant à la première des écoles moyennes, ou être âgés de douze ans et posséder une instruction primaire suffisante. C'est, en somme, à peu près le même régime que celui de nos écoles pratiques. Les professeurs sont choisis, autant que possible, parmi les Ingénieurs agricoles, les docteurs en sciences naturelles, et les possesseurs de diplômes d'études scientifiques universitaires.

Les cours sont divisés en cours *essentiels*, portant sur la physique, la chimie, la botanique, la zoologie, l'agronomie, la chimie agricole, les cultures spéciales, la zootechnie et la comptabilité, et en cours *complémentaires*, qui peuvent être consacrés à l'ensemble ou à une partie seulement des matières suivantes : chimie analytique, arboriculture, culture maraîchère, sylviculture, aviculture, entomologie, apiculture, mécanique agricole, constructions rurales, technologie, commerce et économie rurale. L'enseignement est donné surtout par la méthode intuitive; les cours théoriques obligatoires sont professés, de préférence en hiver, les excursions et les exercices pratiques ayant lieu principalement en été.

Écoles spéciales. — Il convient de signaler aussi, dans cette catégorie d'établissements d'enseignement moyen, l'École centrale pratique de Maréchalerie de l'État, à Molenbeek-Saint-Jean; les cours, professés en français et en flamand, ont lieu le dimanche, de 9 heures et demie à midi, d'octobre à juillet, et sont accessibles aux maréchaux déjà munis d'un certificat délivré à la suite des conférences publiques sur la maréchalerie, instituées par le Ministère de l'Agriculture. L'enseignement est gratuit, essentiellement pratique, et conduit au diplôme de *maître maréchal ferrant*; des primes d'encouragement, s'élevant au montant du prix de l'abonnement en chemin de fer, peuvent être accordées aux maréchaux admis à suivre les cours de l'École centrale pratique, qui n'habitent pas l'agglomération bruxelloise.

Nous n'avons pas mentionné les cours d'agronomie professés dans les Athénées royaux, les écoles moyennes de l'État et les établissements libres d'enseignement moyen; ces cours servent d'application aux cours de sciences naturelles, mais ils ont surtout un but moral, qui est d'attirer des jeunes gens vers la campagne, ou, tout au moins, d'y retenir les fils de cultivateurs. Cette organisation est, à ce point de vue, fort intéressante, mais on ne saurait la considérer comme faisant partie de l'enseignement moyen de l'agriculture.

A l'exception de l'École de maréchalerie, qui nous paraît digne d'être imitée, nous croyons devoir faire quelques réserves au sujet de la valeur de cet enseignement agricole moyen. Les écoles proprement dites sont peu appréciées des cultivateurs, qui leur préfèrent les sections, où l'on combine l'éducation générale avec la formation professionnelle, et plusieurs écoles ont dû être transformées en sections. L'âge des candidats et les connaissances générales exigées pour l'admission aux sections sont insuffisants pour les développements scientifiques que doit, nécessairement, comporter un enseignement moyen. Par contre, les écoles moyennes d'horticulture nous paraissent beaucoup mieux adaptées aux besoins de cette branche de l'agriculture, et aux connaissances scientifiques qu'on possède à son sujet.

ENSEIGNEMENT PRIMAIRE. — L'enseignement primaire agricole est destiné aux fils de petits cultivateurs, si nombreux en Belgique, exploitant de 1 à 10 hectares; leur situation de fortune ne leur permettant pas de diriger leurs enfants vers l'enseignement moyen ou supérieur, on a créé une organisation recueillant, dès sa sortie de l'école primaire, l'enfant qui a conservé le goût de l'étude, et mettant à sa portée des écoles où l'enseignement est complètement gratuit, et dont les cours sont limités à la période de chômage des travaux des champs. Ce sont les *sections agricoles et horticoles de degré primaire*.

Il y a actuellement, en Belgique, dix-sept sections agricoles et neuf sections horticoles semblables; elles sont, en général, établies dans les centres ruraux ou horticoles suffisamment peuplés.

Sections agricoles. — Dans certains cas, les sections agricoles dépendent, à la fois, de l'Agriculture et de l'Instruction publique; le pro-

gramme comporte alors des cours généraux (arithmétique, dessin et rédaction), et un enseignement spécial, d'ordre pratique, avec jardin de démonstration de 5 arcs au minimum, et tout le matériel nécessaire pour rendre cet enseignement entièrement intuitif. Les élèves suivent au moins 25 leçons d'agriculture, 25 de zootechnie, 10 d'économie rurale et de comptabilité; toutes ces leçons ont, respectivement, une durée d'une heure, et sont complétées par 30 séances d'applications pratiques ou d'excursions d'une durée de deux heures. L'ensemble de ces leçons et séances est groupé en deux semestres, soit dans la même année, soit dans deux années consécutives.

Sections horticoles. — Les sections horticoles ne dépendent que du Ministère de l'Agriculture. L'enseignement y comporte un minimum de soixante leçons théoriques d'une heure sur les notions très élémentaires qui doivent servir de base à la pratique horticole et trente applications, excursions ou exercices pratiques de deux heures au moins; il est donné, soit en une année, soit en deux années.

Les agronomes de l'État, chargés de l'Inspection des sections agricoles primaires, sont unanimes à reconnaître que cet enseignement rend de grands services et qu'il convient de l'étendre. Ils estiment également qu'il faut l'adapter aux circonstances économiques, aux mœurs, au personnel enseignant dont on dispose; c'est ainsi que, dans certains cas, on préfère la forme *ambulante*, c'est-à-dire qu'on transporte l'école de localité en localité, à intervalles fixes ou suivant les nécessités; l'essai de cette méthode a été fait, avec grand succès, cette année même.

Écoles spéciales. — On est même arrivé à spécialiser complètement l'enseignement des sections agricoles: tel est le cas de l'École provinciale de Mécanique agricole de Mons, et des écoles temporaires de laiterie pour jeunes gens de Borsbeke et d'Oplinter. L'école créée à Mons par la Société provinciale d'Agriculture, avec le concours des Pouvoirs publics, a pour but d'initier les praticiens à la machinerie agricole, aux applications nouvelles de la mécanique en Agriculture, au montage, à l'entretien, à la réparation et à la conduite des instruments; elle est ouverte gratuitement aux cultivateurs, maîtres de labour, domestiques, conducteurs de machines syndicales, entrepreneurs, maréchaux de campagne et marchands de machines. Les cours ont lieu trois fois par semaine, le matin, en décembre, janvier et février; pendant l'après-midi ont lieu des séances de dessin ou de travail d'atelier ainsi que des applications dans les exploitations voisines, etc. En dehors de cette période, les élèves sont convoqués par groupes, au moment convenable, pour s'exercer à la conduite des machines. L'école délivre le brevet de *mécanicien-conducteur de machines agricoles*.

Les écoles de Borsbeke et d'Oplinter sont organisées par le Gouvernement, avec le concours des Provinces et des Sociétés provinciales d'Agriculture; elles sont annexées à des laiteries coopératives importantes. L'enseignement, à la fois théorique et pratique, dure quatre mois, et porte sur la laiterie, la fromagerie, la zootechnie, la mécanique, les machines et la comptabilité commerciale. Les cours ont lieu tous les jours ouvrables et durent chacun deux heures; quatre heures par jour sont consacrées aux travaux pratiques. Le nombre des élèves ne peut être inférieur à huit, ni supérieur à quatorze; ils doivent être âgés de seize ans au moins, posséder une bonne instruction primaire, prendre l'engagement écrit de suivre régulièrement tous les cours et tous les travaux manuels, pour l'exécution desquels ils doivent d'ailleurs posséder la force physique nécessaire.

L'enseignement est gratuit dans les deux écoles, les élèves ne devant se procurer à leurs frais que les objets indispensables. Le personnel enseignant se compose du directeur, d'un ou deux professeurs ou maîtres de laiterie, d'un professeur de zootechnie, d'un professeur de comptabilité et d'un professeur de mécanique (ce dernier assisté d'un ou deux aides pour les travaux pratiques concernant les chaudières et les machines).

Une autre particularité de l'enseignement agricole belge consiste dans l'enseignement populaire pour adultes. Il a été organisé en 1887, sous forme de *cours d'agronomie pour adultes*. Le nombre des leçons ainsi professées s'élevait primitivement à trente par an, mais l'expérience a démontré qu'il ne fallait pas dépasser quinze, et c'est à ce chiffre qu'on s'est arrêté. En outre, toutes les communes qui en font la demande au Ministère de l'Agriculture obtiennent gratuitement des cours d'agronomie, professés pendant l'hiver. Enfin, depuis 1902, on a créé des *cours pour fermières*, qui ont obtenu un remarquable succès; l'enseignement y porte sur l'économie domestique, l'hygiène, la laiterie, la comptabilité du ménage et de la ferme, l'aviculture, le jardinage et la fabrication des conserves. On encourage les fermières à suivre ces cours en leur distribuant le résumé des conférences, et en remettant aux six concurrentes qui, dans une épreuve facultative spéciale, ont obtenu le nombre de points le plus élevé, des livres qui traitent de questions intéressant leur profession.

Il existe également :

Des cours d'*agronomie* pour militaires, professés dans les casernes, et comprenant vingt-deux leçons; des cours de *maréchalerie*, organisés chaque année sur la proposition des inspecteurs vétérinaires et

sanctionnés par la délivrance de certificats qui donnent accès à l'École centrale pratique de Maréchalerie de Bruxelles; des cours d'*arboriculture* et de *culture maraîchère*, comportant quinze leçons, et institués chaque année dans des localités désignées par décret; des cours d'*apiculture* et des cours d'*aviculture* de quatre ou cinq leçons.

Enfin, le Ministère de l'Agriculture subventionne des cours spéciaux organisés par les Sociétés agricoles et les Comices locaux; ces cours portent tantôt sur l'agriculture, tantôt sur l'alimentation du bétail, tantôt et surtout sur la comptabilité. L'on constate qu'une assez forte proportion de jeunes cultivateurs emploient couramment les méthodes de comptabilité qui leur ont été enseignées. La Ville de Bruxelles fait professer, chaque année, des cours de sciences naturelles appliquées à l'Agriculture, et la Ligue pour l'Éducation familiale a institué, depuis cinq ans, des cours élémentaires de sciences, d'agriculture et d'horticulture spécialement destinés aux personnes qui séjournent pendant une partie de l'année à la campagne.

Cet enseignement primaire pour adultes, militaires, etc., comporte annuellement neuf mille leçons environ, suivies par trois cent vingt mille auditeurs.

ENSEIGNEMENT FÉMININ. — L'enseignement agricole est donné aux femmes dans des *écoles ménagères* de degré variable dont l'organisation nous paraît extrêmement intéressante, tant à cause du but qu'elle poursuit, qu'en considération des résultats heureux qu'elle a déjà produits. Le Département de l'Agriculture a pensé que si une fermière intelligente doit être avant tout une femme de ménage et une mère de famille, elle doit être également capable de diriger une partie de la ferme: jardin, basse-cour et laiterie, et même, en cas de besoin, l'exploitation tout entière. Les écoles ménagères ont pour mission de préparer les filles de cultivateurs à leurs fonctions d'état et de leur inspirer le goût de ces fonctions; elles sont permanentes ou temporaires.

Les *Écoles ménagères permanentes* sont divisées en *écoles supérieures d'agriculture pour jeunes filles*, *écoles ménagères* proprement dites et *sections ménagères*. Les premières s'adressent aux jeunes filles qui ont besoin d'une instruction approfondie, soit pour participer activement à la gestion d'exploitations importantes, soit pour professer l'enseignement ménager agricole. On y enseigne l'histoire naturelle, l'agriculture, la culture potagère et la floriculture, la zootechnie, la laiterie, l'économie domestique, l'économie sociale, le droit usuel, la pédagogie et la méthode. L'emploi du temps comporte au moins dix heures de cours et vingt heures de travaux pratiques par semaine et les études durent deux ans.

Les écoles ménagères donnent le même enseignement, moins approfondi; elles ont pour but de procurer aux jeunes filles une instruction professionnelle solide; les élèves y séjournent un ou deux ans. Les sections, dont le rôle est surtout d'inculquer aux jeunes filles l'amour de la profession agricole, en même temps que de leur donner une instruction générale assez étendue, enseignent les notions d'agriculture, de laiterie, d'économie domestique et de comptabilité; il doit y être fait au moins une heure de cours et deux heures d'applications pratiques par semaine.

Il existe actuellement: une école supérieure (l'Institut du Sacré-Cœur et de l'Immaculée-Conception, à Héverlé); dix écoles ménagères, dont huit dépendent d'une maison d'instruction générale, et trois sections ménagères. A la fin des études, les élèves peuvent se présenter à un examen et recevoir des diplômes avec quatre mentions différentes. L'État, le Département de l'Agriculture, les Provinces allouent des bourses aux élèves les plus assidues.

Les *Écoles ménagères temporaires* représentent le degré inférieur de l'enseignement agricole pour femmes. Elles ont été fondées dans le but de relever l'industrie laitière belge; comme c'est la femme qui s'occupe spécialement de l'étable et de la laiterie, c'est à elle qu'on a voulu enseigner de préférence les principes fondamentaux de l'alimentation rationnelle et de l'hygiène du bétail, ainsi que de la laiterie-fromagerie.

Ces écoles se déplacent tous les trois ou quatre mois, et vont de district en district trouver, au village même, les jeunes filles qui désirent se mettre au courant des méthodes nouvelles en laiterie et acquérir les connaissances indispensables pour diriger les travaux intérieurs de la ferme. La première de ces écoles fut fondée en 1890; il y en a actuellement dix, qui fonctionnent très régulièrement.

La création d'une école temporaire de laiterie a lieu, généralement, sur demande des comices, avec le concours pécuniaire de l'État, de la province, de la commune et du comice; le budget de ces écoles s'élève à environ 2000 francs pour une session de trois mois. L'enseignement est théorique et pratique; on consacre, tous les jours ouvrables, deux heures à l'enseignement théorique et trois heures aux applications pratiques. Toutes les élèves sont externes; leur nombre ne peut dépasser vingt; elles doivent être âgées de quinze ans, posséder une bonne instruction primaire, attestée par un certificat, et avoir la force physique nécessaire pour exécuter tous les travaux.

Le personnel enseignant se compose d'un directeur, professant également l'agronomie et la zootechnie, et de deux maîtresses de laiterie,

qui enseignent la laiterie, la fromagerie, la comptabilité, et dirigent aussi les travaux pratiques.

Plus de deux mille jeunes filles ont, jusqu'à présent, suivi cet enseignement, dont les résultats se manifestent déjà par le développement de l'emploi des appareils perfectionnés et la multiplication des laiteries coopératives. On estime à dix-sept mille le nombre d'écrémeuses centrifuges qui fonctionnent dans les fermes; plus de cinq cents laiteries coopératives travaillent chaque jour le lait fourni par quarante à cinquante mille cultivateurs.

Ajoutons que la fabrication du fromage est enseignée dans toutes les écoles ménagères et qu'une section spéciale de fromagerie est annexée à l'École supérieure d'Héverlé ainsi qu'à l'École ménagère d'Overyssche.

On profite d'ailleurs de toutes les circonstances favorables pour donner aux écoles temporaires la plus grande publicité possible; on en annexe une, en général, à chaque exposition importante, et les visiteurs de l'Exposition de Liège peuvent en voir fonctionner une dans le bâtiment de la *Ferme démonstrative*, édifié à côté du Pavillon de l'Agriculture et de l'Horticulture; les maîtresses des écoles temporaires viennent, à tour de rôle, avec leurs élèves, tenir la place de la fermière et de sa famille; elles montrent comment doit être tenu le ménage et comment il faut travailler le lait et ses dérivés pour obtenir des produits de haute valeur. Le public assiste donc à des démonstrations d'économie domestique et à des manipulations de laiterie.

Encouragements à l'agriculture, Associations agricoles. — Le Pavillon de l'Agriculture et de l'Horticulture renferme un grand nombre de renseignements, de cartes, de graphiques, etc., relatifs aux associations agricoles officielles ou libres, et aux encouragements donnés par l'État aux agriculteurs.

Il existe, en Belgique, un grand nombre de Sociétés ayant pour objet l'avancement de l'agriculture et de l'horticulture. Certaines, comme les Comices agricoles, datent de 1848, mais la plupart des *guildes*, si répandues à l'heure actuelle, n'ont été créées que depuis 1895, à la suite du mouvement d'opinion qui s'est manifesté d'une façon si intense, à cette époque, au sujet des associations de tous genres.

Le Gouvernement a encouragé ce mouvement par l'allocation de subsides, l'institution de conférences, la publication de statuts-modèles et la création d'un service gratuit de renseignements. Des sommes très importantes sont affectées chaque année à encourager les travaux des Sociétés officielles (Comices). Les associations libres reçoivent en outre, comme encouragements, des subventions pour aider à couvrir les frais de concours et d'expositions (maximum égal au tiers des dépenses totales nécessaires), un abonnement gratuit au Bulletin de l'Agriculture (publication officielle du Ministère), des livrets de membres contenant les statuts de la Société (nombre fixé en principe à deux cents, mais pouvant être dépassé). L'État leur alloue, de plus, certains subsides permettant à ces Sociétés d'atteindre le but spécial en vue duquel elles ont été constituées.

Les tableaux statistiques ci-dessous donnent une idée de l'incroyable rapidité avec laquelle se sont développés les groupements professionnels agricoles en Belgique :

I. — Syndicats pour l'amélioration de l'espèce bovine.

ANNÉES	NOMBRE DE SOCIÉTÉS	NOMBRE DE MEMBRES	NOMBRE DE BÊTES INSCRITES dans les registres des Syndicats
1897	71	3 945	40 396
1903	319	11 475	43 392

II. — Sociétés constituées pour l'achat ou la vente.

SOCIÉTÉS	ANNÉES	NOMBRE DE SOCIÉTÉS	NOMBRE DE MEMBRES	MONTANT DES ACHATS OU DES VENTES
				fr.
Pour l'achat de semences, d'engrais, de denrées et de machines	1895	337	26 726	5 127 747
	1903	860	50 132	13 789 049
Laïteries coopératives, fabri- cation et vente du beurre et du fromage	1895	69	3 501	3 236 939
	1903	494	51 622	29 753 746

III. — Caisses coopératives de crédit agricole (Raiffeisen).

ANNÉES	NOMBRE DE SOCIÉTÉS	NOMBRE DE MEMBRES	NOMBRE DE PRÊTS	MONTANT DES PRÊTS
				fr.
1895	33	1 169	266	111 050
1903	359	17 645	2 978	2 330 849

IV. — Sociétés mutualistes pour l'assurance du bétail.

BÉTAIL ASSURÉ	ANNÉES	NOMBRE de SOCIÉTÉS	NOMBRE de MEMBRES	NOMBRE DE BÊTES assurées	NOMBRE d'indemnités accordées	MONTANT des indemnités (1)
						fr.
Bêtes bovines.	1895	279	27 355	75 833	4 650	139 384
	1903	877	74 347	221 932	6 185	637 854
Chevaux agricoles (étalons, poulains, pouliches, hongres).	1895	4	223	349	4	1 539
	1903	152	11 410	19 365	466	267 060
Chèvres	1900	7	4 237	4 573	56	735
	1903	72	8 880	10 739	576	7 330
Porcs	1900	3	169	694	8	245
	1903	48	1 339	2 522	416	3 079

(1) Déduction faite des indemnités allouées par le Gouvernement et de la valeur des dépouilles utilisables (viande et peau).

L'État et les Provinces interviennent encore en faveur de l'agriculture par l'allocation de primes à certaines sociétés pour l'amélioration du bétail, l'attribution de prix en espèces et de primes de conservation pour les plus beaux sujets, qu'il y a intérêt à maintenir sur le territoire belge. L'élevage et la production du cheval dit « de pur sang » ne sont l'objet d'aucune subvention de l'État ni des Provinces; la Société

royale hippique de Belgique reçoit un subside annuel de 10 000 francs pour l'élevage du cheval de demi-sang; mais d'importants sacrifices sont consentis à la fois par l'État et par les Provinces pour l'amélioration du cheval de trait belge. Il en est de même pour les espèces bovine et porcine.

Les visiteurs peuvent consulter, dans les petits salons installés au centre de ce grand pavillon, les documents concernant les principaux produits de l'agriculture et de l'horticulture belges: culture et rouissage du lin, production des navets en culture dérobée, culture de la betterave à sucre, de la chicorée à café, du tabac, des prairies; cultures forcées de la chicorée de Bruxelles ou *witloof*, de la vigne, du pêcher, du fraisier, de la tomate, des épinards, des salades, etc.; production des choux-fleurs, des pommes de terre hâtives, etc.; culture des azalées, des palmiers (*Kentia*), des orchidées, des Croton, *Dracena*, lauriers, araucaria, rhododendrons, etc., dont le principal centre est la ville de Gand, si justement surnommée la Ville de Flore.

Les statistiques relatives à l'industrie agricole montrent que la sucrerie de betteraves et la distillerie sont actuellement en décroissance sensible; la brasserie et la glucoserie sont à peu près stationnaires; la fabrication du sucre interverti, de la levure, des légumes conservés et des confitures, l'industrie laitière, l'industrie des engrais chimiques sont, au contraire, en progrès. Les usines de construction de machines agricoles sont assez nombreuses et suffisent à peu près à la consommation indigène. L'importation se réduit presque entièrement aux moissonneuses et aux faucheuses.

G. COUPAN,

Ingénieur-Agronome,
Répétiteur à l'Institut National Agronomique.

(A suivre.)

TRAVAUX PUBLICS

LA DÉFENSE DES CÔTES CONTRE L'ÉROSION

Travaux de Bridlington (Angleterre).

Dans une communication faite à l'Institution of Civil Engineers, M. A. Edward Carey a présenté une étude très détaillée sur les moyens employés pour la défense des côtes contre l'érosion en Angleterre, et il a indiqué comment on pouvait, sinon l'empêcher totalement, du moins la diminuer dans une grande proportion.

Nous n'analyserons pas tous les projets de réglementation proposés par l'auteur, qui n'intéressent directement que l'Angleterre seule,

analogues à ceux qui sont employés en Hollande pour fixer les sables; malheureusement, les effets des plantations se font quelquefois attendre très longtemps, et, dans la plupart des cas, si l'érosion est d'une certaine importance, elles sont insuffisantes, et il y a nécessité absolue d'élever des travaux de défense immédiate.

M. Matthews donne un exemple particulièrement frappant d'érosion produite par la mer sur la côte est de l'Angleterre, dans le Yorkshire, entre Flamborough Point et Spurn Head, où, depuis l'occupation romaine, la côte a reculé de plus de 4 km 500; de même qu'au cap de la Hève où la falaise, constamment sapée par la vague, comme le prouve l'éboulement qui vient de s'y produire, recule d'une centaine de mètres par siècle. Les travaux de défense qui ont été exécutés dans cette région, pendant le dernier siècle, sont considérables.

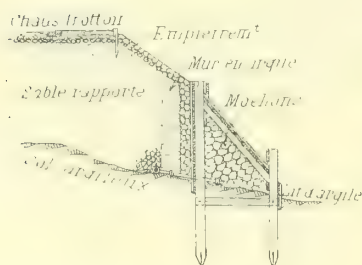


FIG. 1. — Défenses de Sewerby.

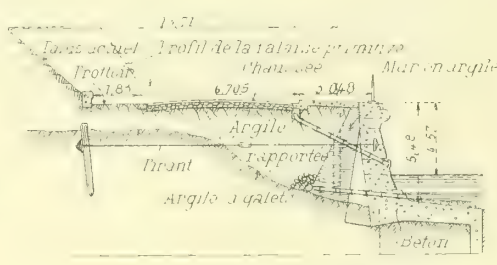


FIG. 2. — Mur du quai Alexandra.

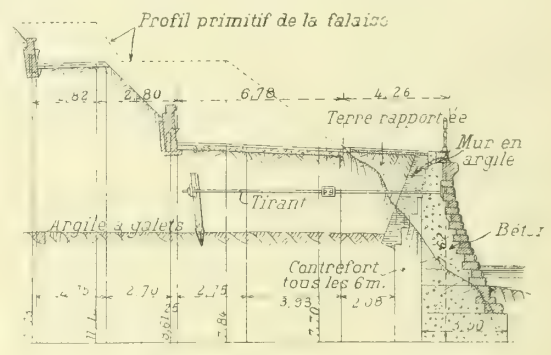


FIG. 3. — Mur du quai Beaconsfield.

mais nous indiquerons par quelles sortes de travaux il compte pouvoir empêcher, pratiquement et à bon compte, les empiètements continus de la mer sur la terre ferme.

Pour arriver à déterminer l'importance des travaux à effectuer, il convient, tout d'abord, d'étudier la constitution géologique du littoral, qui a une influence considérable sur la nature et l'étendue des érosions. On constate ainsi, d'une façon générale, que les roches dures des terrains primitifs ou primaires, c'est-à-dire les roches ignées, porphyriques ou granitiques, et celles des terrains siluriens et carbonifères, sont, en général, peu attaquées par la mer, tandis que celles des terrains secondaires: trias, lias et oolithe, résistent beaucoup moins bien. De même les dépôts glaciaires, quand ils forment le littoral, sont extrêmement friables et facilement attaqués par les vagues.

Quant aux causes qui produisent l'érosion, il signale naturellement le choc des vagues, les courants, mais aussi les travaux, dits de défense mais mal établis, tels que des digues mal raccordées à la côte ou dont les enrochements à la base sont insuffisants, ainsi que quelquefois l'enlèvement inconsidéré des galets, du sable, là où la mer les dépose, ou même encore la destruction des rochers avoisinant la côte.

Les moyens de protection préconisés sont très simples; ce sont: la plantation de certaines graminées supportant l'air marin, comme les hoyats, sur certaines côtes basses et sablonneuses, et des procédés

Toute la côte est constituée par une falaise calcaire de hauteur et de dureté variables, que le flot mine par la base, et qui s'éboule peu à peu; la mer gagne de 1 à 2 mètres chaque année. La profondeur de l'eau, au voisinage même du littoral, est, en général faible, mais elle s'abaisse aussi et peu à peu.

Pour arrêter ces empiètements, les municipalités et les propriétaires de la côte ont construit un certain nombre de travaux de défense, de types très divers, dont les principaux se retrouvent dans ceux adoptés par la ville de Bridlington.

La section nord de ces travaux de défense, dite de Sewerby (fig. 1), est un simple coffrage, constitué par une double rangée de pieux en pitchpin, de 30 x 30 centimètres, écartés dans chaque rangée de 3 mètres d'axe en axe, et pourvues de sabots en fonte. La rangée arrière est formée de pieux de 7 mètres de longueur, enfoncés de 3 mètres, et celle d'avant, qui est distante de 2 m 70 de la première, de pieux de 4 m 60 de longueur et enfoncés de 2 m 70; une entretoise moisée, en bois de 7,5 x 28 centimètres, sert à solidariser les deux rangées entre elles. La face avant de ce mur est en madriers non jointifs, fixés sur des solives inclinées à 50 degrés environ, entre les deux rangées de pieux. La face arrière est, de même, en madriers, mais fixés verticalement le long des pieux; elle soutient un mur en terre argileuse, dont elle est séparée par une couche de gravier.

L'intérieur de ce coffrage est, en outre, rempli de moellons calcaires.

En arrière du mur ainsi formé, le terre-plein est constitué par des terres rapportées, dont le talus est protégé par un empierrement, et sert de plate-forme à une route carrossable. L'entretien de cette construction est très dispendieux, et se monte à environ 20 000 francs en huit ans pour une longueur d'environ 300 mètres.

La section suivante, celle du quai Alexandra, qui forme une promenade surélevée en bordure tout le long de la mer (fig. 2), est protégée par un mur en béton de ciment, avec radier en avant. Ce mur est légèrement incliné sur toute sa hauteur, et pourvu de contreforts sur sa face du côté de la terre; il sert de mur de soutènement aux terres rapportées placées en arrière. Pour éviter un renversement de ce mur sous l'action de la poussée de ces terres, il est relié par des tirants en fer à une ligne de pieux enfoncés obliquement dans le sol. Les affouillements sous le mur par les eaux d'infiltration sont empêchés par une couche d'argile interposée entre le mur et les terres rapportées, et par des drains et des conduits d'écoulement.

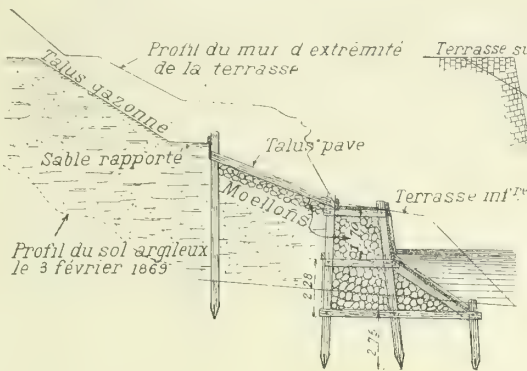


FIG. 4. — Défenses en charpentes de Victoria : coupe.

ment est en pierre de Bramley Fall, et le corps du mur en béton de ciment; il a un profil suffisamment massif pour ne nécessiter aucun renforcement; les contreforts ou les tirants des murs de quais précédents ont donc été supprimés. En raison du bon résultat qu'il a donné, il est question de prolonger ce mur jusqu'aux anciens travaux de défense en bois de Victoria.

Les épis qui complètent ce système de travaux, et qui étaient destinés à empêcher l'affouillement du fond de la mer, près de la côte, étaient de longueurs différentes, suivant leur emplacement, mais tous avaient une section triangulaire décroissante, de la côte vers la haute mer (fig. 6 à 9), et étaient constitués par un coffrage en bois, composé de palées

portant des madriers non jointifs, et rempli de pierres. Ces épis n'ont donné que des résultats très médiocres, parce que, d'une part, ils résistaient très mal aux tempêtes, et que, d'autre part, ils ne facilitaient guère le dépôt des matières en suspension dans la mer, à cause de la pente de leurs faces.

En ce moment, on est en train de les remplacer par des épis beau-

FIG. 5. — Mur de soutènement en briques de Victoria : coupe.

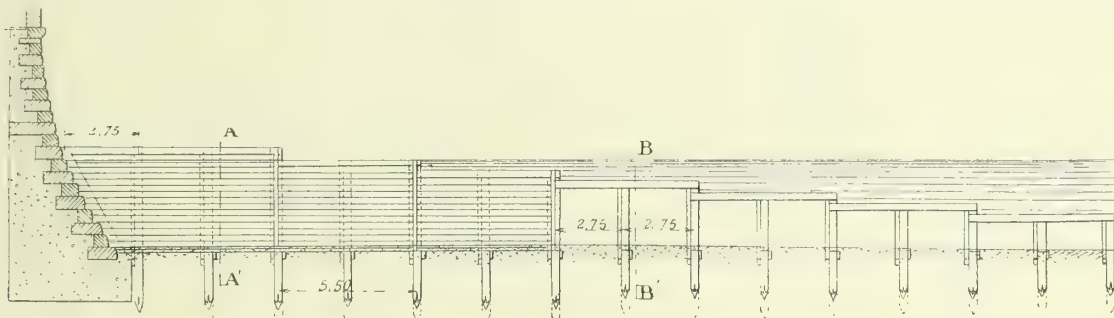


FIG. 6.

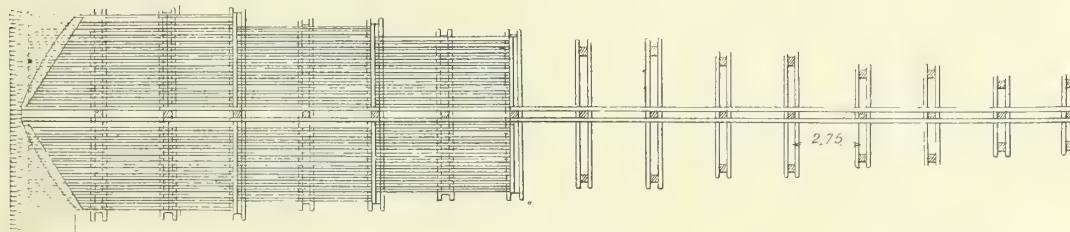


FIG. 7.

FIG. 6 et 7. — Coupe du mur de soutènement de la Prince's Parade, élévation et plan de l'ancien dispositif des épis.

La section de la promenade dite quai Beaconsfield (fig. 3) est également protégée par un mur en béton, mais le parement de celui-ci est en granit, et offre une courbe très élégante. Comme le précédent, il est soutenu par des contreforts placés tous les 6 mètres environ, et relié par des tirants à une ligne de pieux.

Ces deux derniers quais n'ont nécessité aucune réparation depuis leur achèvement, qui date de 1879 pour l'un, et de 1888 pour l'autre; ils protègent, à eux deux, une longueur de 620 mètres environ.

Les défenses en bois de Victoria (fig. 4) sont en très mauvais état, et ont toujours occasionné de grands frais d'entretien; leur longueur est de 115 mètres environ; elles furent achevées en 1869. Elles sont constituées par des coffrages en pieux et madriers, remplis de moellons et disposés en terrasses étagées, mais elles vont être démolies prochainement et remplacées par un mur de quai. La défense établie avec un profil analogue, mais avec un revêtement en briques (fig. 5), a, au contraire, donné d'excellents résultats. Depuis qu'elle a été construite, c'est-à-dire depuis quarante-cinq ans, elle n'a donné lieu à aucune réparation importante.

Le quai de la Prince's Parade (fig. 6), enfin, a une longueur de 220 mètres environ, et a été construit il y a trente-deux ans. Son pare-

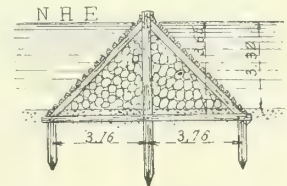


FIG. 8. — Coupe AA'

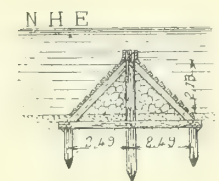


FIG. 9. — Coupe BB'.

FIG. 8 et 9. — Coupes transversales de l'épi (ancien dispositif).

coup plus simples et moins coûteux (fig. 10 et 11), constitués par une ligne de pieux doubles et entretoisés, entre lesquels on enfonce des madriers. Ces nouveaux épis ont produit, en très peu de temps, une

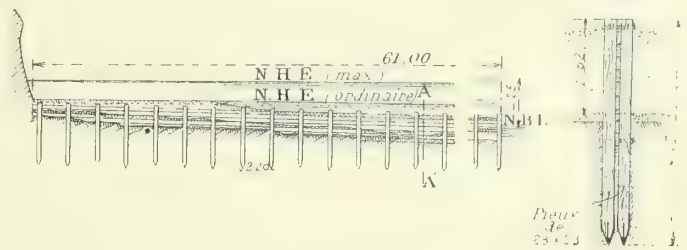


FIG. 10 et 11. — Coupes longitudinale et transversale des nouveaux épis.

surélévation assez considérable du fond de la mer. Pour déterminer leur longueur et leur écartement, on admet qu'ils protègent une longueur de côte égale à leur longueur propre.

F. H.

VARIÉTÉS

Distribution par soupapes pour locomotives.

La Société de Constructions mécaniques de Hanovre vient de monter, sur une locomotive-tender d'usine (destinée à la Ilseder Hütte), une distribution à soupapes, dont la *Zeits. des Ver. deutsch. Ing.*, du 26 août, donne la coupe (fig. 1 et 2).

Les données principales de cette machine sont :

Voie.	mètres.	0,78
Surface de chauffe	mètres carrés.	43
— de grille	—	0,8
Pression	kilegr. par centim. carré.	11
Poids en charge	tonnes.	16,5

Elle est munie d'un surchauffeur Pielock (1), de 7 mètres carrés.

La distribution est du système Lentz; au-dessus de chaque cylindre sont montées verticalement quatre soupapes, deux pour l'admission et deux pour l'échappement, avec ressorts à boudin qui les appliquent sur leurs sièges. De petits galets *g*, logés dans l'épaisseur des tiges, s'appuient sur l'arbre à cames *t*, qui se meut parallèlement à la tige du piston, et dont la surface supérieure est profilée de façon à soulever successivement les soupapes au moment voulu. Cet arbre remplace la tige de tiroir, et il est commandé exactement de la même façon.

Le fonctionnement des soupapes s'est montré satisfaisant pour une

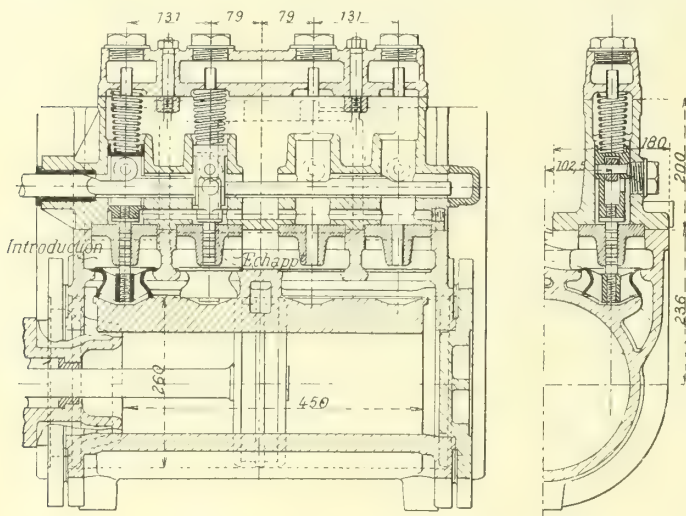


FIG. 1 et 2. — Coupe longitudinale et demi-coupe transversale d'un cylindre par le plan des soupapes.

vitesse très supérieure (300 coups de piston par minute) à celle que l'on demande à cette locomotive, qui est en service depuis quelque temps, et parcourt quotidiennement environ 140 kilomètres.

Prévention de la rouille par le papier paraffiné.

Les ponts sous lesquels passent de nombreux trains, et plus spécialement ceux sous lesquels séjournent les locomotives sont sujets à une altération rapide des parties métalliques qui sont le plus exposées aux fumées. Les gaz sulfureux saturés d'humidité attaquent rapidement les aciers les mieux protégés par les enduits généralement employés. Le renouvellement fréquent de ces enduits qui doit se faire souvent dans des conditions assez difficiles imposées par le trafic est très coûteux. On a cherché, depuis longtemps, à augmenter la durée des peintures protectrices; des essais de tous genres ont été tentés : il en est résulté quelques améliorations, mais aucune des peintures essayées n'offrait toutes les garanties désirables.

D'une manière générale, la protection par les peintures à base d'huile végétale est de courte durée; l'huile de lin, même pure, est assez rapidement attaquée par les vapeurs sulfureuses. L'asphalte chaud, appliqué sur du fer préalablement chauffé, a quelquefois donné d'assez bons résultats, mais son application est difficile sinon impossible dans le cas des pièces de ponts. D'ailleurs, l'asphalte contient souvent des matières volatiles qui, lorsqu'elles se dégagent, déterminent des fendillements. L'asphalte dissous dans certains liquides tels que le sulfure de carbone peut être employé à froid, mais, après évaporation du dissolvant, il reste sur le métal une couche poreuse facilement perméable aux vapeurs et dont la protection est presque illusoire.

M. Louis Barker, de la Compagnie du Pennsylvania Railway, a, depuis dix ans, essayé plus de cinquante espèces d'enduits, parmi lesquels différentes peintures à base de graphite, d'asphalte et de gutta donnèrent une protection satisfaisante pendant un an ou deux au maximum, mais aucun des échantillons d'acier soumis aux essais, même recouverts de trois couches de peinture, ne fut trouvé exempt de rouille après trois ans d'expérience. Les barres d'acier recouvertes des enduits à l'essai furent, il est vrai, placées dans les conditions les plus défavorables; c'est ainsi qu'au lieu d'employer du métal neuf, on suspendait dans une atmosphère fortement sulfureuse des barres d'acier qui avaient été oxydées et nettoyées avant l'application des enduits. Aucune des peintures ne donna un résultat vraiment satisfaisant.

L'examen des barres d'essais montra que, sur plusieurs d'entre elles, la peinture était presque intacte sauf certaines petites soufflures qui attirèrent l'attention. En enlevant la peinture en ces points, on trouva le métal recouvert d'une couche de rouille qui avait déterminé, par sa formation, le soulèvement de l'enduit. Or, la rouille ne peut se produire sans humidité; on peut donc conclure que les enduits n'étaient pas imperméables à l'eau (1). Pour éviter la corrosion, il faut donc absolument que l'enduit protecteur employé ne se laisse pas traverser par l'humidité. Cette observation permit de réduire le champ des expériences. En dirigeant les essais dans cette nouvelle voie, on reconnut que le papier paraffiné était le meilleur protecteur de tous les corps essayés. Les barres d'acier qui en ont été recouvertes n'ont pas subi la moindre corrosion; la protection est si efficace qu'en enlevant le papier deux ans ou deux ans et demi après son application, la couche de peinture qui recouvrait immédiatement le métal n'était pas complètement sèche et la surface du métal mise à nu était aussi nette qu'au jour où on avait posé l'enduit.

Le mode d'application est très simple. On enlève d'abord la rouille et on nettoie les surfaces avec des brosses en fil métallique; ensuite on applique une couche de peinture ordinaire sur le métal et on la recouvre du papier préalablement paraffiné en ayant soin de recouvrir légèrement les joints; aussitôt que le papier est en place, on peut le recouvrir d'une couche de peinture. Dans ce procédé, on peut, sans inconvénient, appliquer successivement et presque en une seule opération, avec le même échafaudage, la première couche de peinture, les feuilles de papier paraffiné et la couche de peinture extérieure; il en résulte une économie de temps qui est surtout très sensible quand on opère sur des pièces placées très haut en des endroits difficilement accessibles.

Le papier paraffiné, qui semble être un bon enduit dans la protection contre l'action corrosive des fumées, fut également essayé dans d'autres conditions très défavorables. Des poutres supportant un plancher plongeant en partie dans des eaux d'égout légèrement salées et furent recouvertes de papier paraffiné; plus d'un an après cette application, on ne découvrit pas trace d'oxydation.

Les expériences de M. Barker, qui sont exposées dans un mémoire présenté par lui à l'American Society for Testing Materials le 30 juin, ne portent que sur une période de trois années; elles sont de trop courte durée pour qu'on puisse affirmer la supériorité du papier paraffiné comme enduit protecteur des travaux métalliques, mais ces recherches ont nettement démontré que, dans le cas de fumées, la corrosion n'est pas toujours due à une attaque de la peinture, qu'elle commence souvent derrière l'enduit et qu'on doit, dans ce cas, l'attribuer à la porosité des peintures employées.

Accouplement automatique des wagons, système Thomas.

Le *Génie Civil* a déjà décrit plusieurs systèmes d'accouplement automatique des wagons, entre autres le système imaginé par M. Boirault, du réseau de l'État français (2). Au moment où les essais de ce système se poursuivent sur les réseaux de plusieurs Compagnies françaises et paraissent donner de bons résultats, il convient de signaler les essais du même genre qui se font à l'étranger.

Le système d'accouplement imaginé par M. Thomas, qui vient d'être essayé récemment en Angleterre, et représenté sur les figures ci-jointes empruntées à l'*Engineering*, du 11 août, répond également aux desiderata indispensables d'un tel appareil : construction simple, possibilité de résister aux chocs violents et de produire l'accouplement dans les courbes et lorsque l'axe de chacun des deux tampons à réunir est dévié au maximum de sa position normale, soit en plan, soit en élévation, dans les limites ordinaires.

Les deux voitures à réunir portent chacune un semblable tampon. Le choc est supporté par la face AB de la pièce T. Cette pièce peut, sous l'effet du choc, reculer sur l'axe XY en comprimant le ressort R, la pièce D étant fixée au wagon. L'attelage est effectué par les cro-

(1) Voir dans le *Génie Civil*, t. XLV, n° 22, p. 364, les essais que l'on peut faire pour déterminer la perméabilité à l'eau des peintures à l'huile.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 26, p. 422.

(4) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 27, p. 428.

chets M et N formant une seule pièce de forge avec la pièce K qui peut avancer sur l'axe XY sous l'effort de traction en comprimant le ressort S.

La pièce T peut glisser sur la pièce K parallèlement à XY, mais non pas tourner autour de cette pièce. Les pièces U et V sont arrondies et les pièces U et D évidées en plan de façon à permettre une rotation horizontale du tampon de plusieurs degrés.

La tendance du tampon est de rester sur l'axe XY par suite de l'élasticité des ressorts R et S, cependant dans le cas de courbes inférieures à 60 mètres de rayon, on ajoute les ressorts r et s qui agissent sur le tampon pour le redresser.

Les crochets M et N sont terminés par des plans inclinés qui, en glissant sur ceux du tampon de l'autre wagon, font tourner un peu les pièces T et K sur l'axe XY jusqu'à ce que les crochets soient dans une position qui leur permette de s'engager les uns dans les autres; à ce moment le levier L entraîne par son poids la pièce K d'un mouvement de rotation en sens inverse autour de XY, ce qui engage les crochets. Le levier L qui ne peut tourner autour de K par suite de la forme de la section de cette pièce peut glisser sur elle parallèlement à l'axe XY pour éviter qu'il ne soit affecté par le choc.

Pour découpler, il suffit de lever à la main le levier L, ce qui dé-

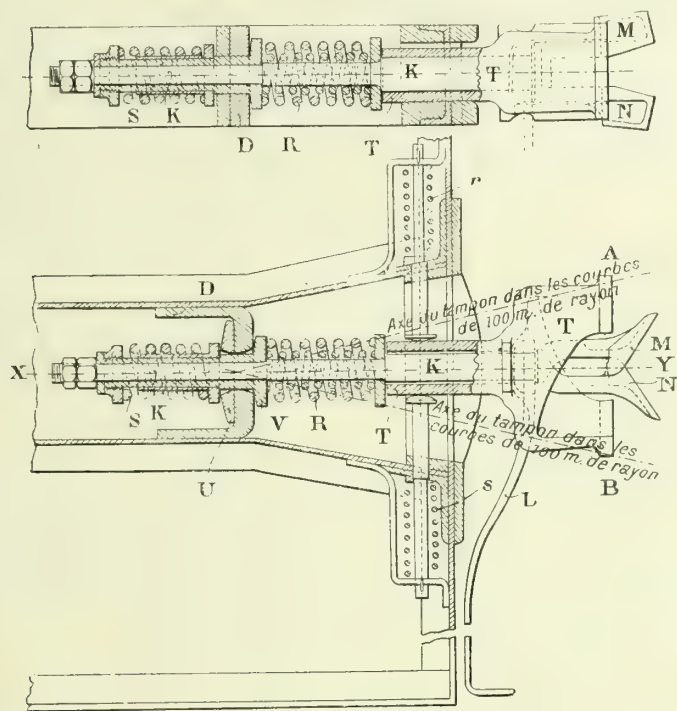


FIG. 1 et 2. — Coupes verticale et horizontale de l'appareil d'accouplement automatique, système Thomas.

gage les crochets. Le ressort S retire alors un peu en arrière la pièce K et les wagons sont séparés.

Pour les wagons à marchandises, pour lesquelles le serrage à bloc n'est pas nécessaire, on a adopté un autre type de tampon basé sur le même principe, mais plus simple: les deux crochets M et N font corps avec la pièce T. Il faut alors, pour dételer, maintenir le levier N levé jusqu'à ce que les deux wagons soient un peu écartés; on le fixe dans cette position avec une goupille.

Mastic au gris de zinc pour joints de vapeur.

Le mastic employé pour les joints de vapeur doit pouvoir durcir à la chaleur et conserver néanmoins une certaine souplesse; il ne doit pas être attaqué par la vapeur ni attaquer les parties métalliques avec lesquelles il est en contact. Le mastic au minium, qui jusqu'en ces derniers temps semblait seul répondre à ces exigences, a l'inconvénient de durcir assez rapidement dans les récipients dans lesquels on le conserve même lorsqu'ils sont hermétiquement clos; tous les deux à trois mois, il doit être retravaillé si l'on veut éviter un durcissement complet. De plus la toxicité de tous les composés plombiques rend sa manipulation d'autant plus dangereuse que, ne constituant pas l'occupation ordinaire des chauffeurs et mécaniciens, ceux-ci ne prennent en général aucune précaution pour diminuer les dangers de l'intoxication.

M. Bonneville, Ingénieur des Arts et Manufactures, a présenté dernièrement à la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, un nouveau mastic qu'il a préparé et essayé avec succès depuis deux ans et qui n'a aucun de ces inconvénients.

Ce mastic est formé de gris de zinc, obtenu industriellement en grandes quantités sous la forme d'une poudre extrêmement fine, et d'une

huile originaire de Chine et de Cochinchine. Cette huile est employée en Angleterre sous le nom d'huile de bois pour la fabrication du linoléum et de certains vernis; elle est fournie par « l'arbre à huile » l'*Elæococca vernica*; elle possède la propriété de se polymériser, c'est-à-dire de subir une simple condensation moléculaire, en donnant un corps solide sous la seule action de la chaleur. Une température de 150 degrés suffit pour produire un durcissement complet. Le durcissement se fait donc dans des conditions toutes différentes de celui des autres huiles, lequel, résultant d'une oxydation, a nécessairement besoin d'oxygène pris soit directement à l'air, soit à des corps oxydants comme dans le cas des huiles rendues siccatives.

Si on chauffe un mélange de gris de zinc et d'huile de bois, le durcissement se produit beaucoup plus rapidement que pour un mastic de minium de même consistance: à 110 degrés et au bout de six heures, il est complet. Il est beaucoup moins rapide si on remplace le gris de zinc par d'autres corps pulvérulents; ce corps a donc une action spécifique qui jusqu'ici reste encore inexpiquée. Le mastic se conserve dans les récipients sans durcissement appréciable.

Ce mastic ne coûte pas plus, à poids égal, que celui au minium, mais comme sa densité est moitié moindre, son emploi est, en définitive, plus économique. Étant exempt de composés plombiques sa manipulation est sans aucun danger.

École Centrale des Arts et Manufactures.

Liste, par ordre de mérite,

des candidats admis à la suite du Concours d'admission de 1905.

- 1 Gardies (Léonce); - 2 Blasart; - 3 Jombart; - 4 Bureau (Alexandre); - 5 Joyeux; - 6 Dreyfus; - 7 Paix; - 8 Diacomidis; - 9 Baudot; - 10 Tume-relle; - 11 Clerget; - 12 Maheu; - 13 Gégroire; - 14 Gripon; - 15 Débuissou; - 16 Castelnau; - 17 Lefebvre (Charles); - 18 Voisin; - 19 Brot (Henri); - 20 Jacquemin (Pierre);
- 21 Kohn; - 22 Fortado; - 23 Viossat; - 24 Vacherand; - 25 Mangiapan; - 26 Robin (François); - 27 Heurtault; - 28 Hennique; - 29 Dubois (Charles); - 30 Chabaneix; - 31 Boudon; - 32 Petit (Bernard); - 33 Grigori; - 34 Le Jumeau de Kergardec; - 35 Gaston-Dreyfus; - 36 Chenille; - 37 Javay; - 38 Pruniers; - 39 Niqueux; - 40 Garnier (Jean);
- 41 Vidal; - 42 Lecoq; - 43 Doat; - 44 Saint-Martin; - 45 Groos (Alfred); - 46 Thomas (Henri); - 47 Coulangue; - 48 Deruelle; - 49 Bourbon; - 50 Le More; - 51 Augé; - 52 Ach; - 53 Desse; - 54 Kuenemann; - 55 Slaniceano; - 56 Lajeunesse; - 57 Martinet (Jules); - 58 Grosso; - 59 Mercier (Émile); - 60 Manceau;
- 61 Singre; - 62 Obellianne; - 63 Thouvenin; - 64 Fleurot; - 65 Nopper; - 66 de La Chaise (François); - 67 Mocquard; - 68 Brunswick; - 69 Kogevinas; - 70 Chagnon; - 71 Kauffer; - 72 Labrousse; - 73 Durand (Jean); - 74 Lesieur; - 75 Mainguet; - 76 Morère; - 77 Manen; - 78 Merle; - 79 Jaclot; - 80 Delpit;
- 81 Brindeau; - 82 Plassat; - 83 Cabiace; - 84 Piaton; - 85 Charpentier; - 86 Binart; - 87 Loire; - 88 Plouin; - 89 Lebrun; - 90 Gruénais; - 91 Des-saulle; - 92 Mercier (Louis); - 93 Querré; - 94 Schœttel; - 95 Weber; - 96 Schweich; - 97 de Castilla; - 98 Wintrebort; - 99 Labbaye; - 100 Daudet;
- 101 Vinçotte; - 102 Blanc; - 103 Fulda; - 104 Binet; - 105 Mathieu (Édouard); - 106 Ehmichen; - 107 Querrier; - 108 Barbezat; - 109 Outin; - 110 Dambrine; - 111 Blay; - 112 Nicault; - 113 Campanakis; - 114 Tour-vieille; - 115 Herrenschildt; - 116 Lesourd; - 117 Sence; - 118 Bach; - 119 Philippon; - 120 Hamel;
- 121 Paronelli; - 122 Moreau; - 123 Berton; - 124 Trousseau; - 125 Cand-lot; - 126 Chauchat; - 127 Gardies (Marcel); - 128 Dupont; - 129 Godin; - 130 Pérussel; - 131 Pavret de la Rochefordière; - 132 Pélissier (Jacques); - 133 Maurisset; - 134 Mouterde; - 135 Landon; - 136 Martet (Eugène); - 137 Gianoli; - 138 Gueudar-Delahaye; - 139 Lavergne; - 140 Gerbold;
- 141 Mignonac; - 142 Menche de Loise; - 143 de Jouvencel; - 144 Guittet; - 145 Cresp; - 146 de Pedrosa y Madam; - 147 Garat de Nedde; - 148 Pier-quet; - 149 Riou; - 150 Drouhet; - 151 Bertin; - 152 Kerbrat; - 153 de Bryas; - 154 Pisani; - 155 Lefèvre (Jules); - 156 Hanne; - 157 Senerac; - 158 Miclesco; - 159 Sion; - 160 Vallet (Henri);
- 161 Barré; - 162 Gobert; - 163 Bailleul; - 164 Teilhard (Gabriel); - 165 Sa-vary; - 166 Renaud; - 167 Grouillet; - 168 de Miribel; - 169 Guillaume (Jo-seph); - 170 Drouot; - 171 Déhan; - 172 Argyropoulos; - 173 Fay; - 174 L'Hô-pital; - 175 Delcambre; - 176 Guédel; - 177 Anquetil; - 178 Renaud (André); - 179 Bédard; - 180 Begouen-Demeaux;
- 181 Dordet; - 182 Mathieu (Numa); - 183 Gartner; - 184 Radigue; - 185 Lampstae; - 186 Arloing; - 187 Raffin; - 188 Privé (Pierre); - 189 Micault; - 190 Druet; - 191 Schneider; - 192 Dumont; - 193 Gallimard; - 194 Lalo; - 195 Favrel; - 196 Michelot; - 197 Escorbiac; - 198 Finiels; - 199 Hankar; - 200 Gardarein;
- 201 Réthaller; - 202 d'Abro; - 203 Prunier (André); - 204 Laurent (Georges); - 205 Estirac; - 206 Bréant; - 207 Picq; - 208 Debains; - 209 Bernardin; - 210 Lamarche; - 211 Frayssineau; - 212 de Bovis; - 213 Bernard (Jean); - 214 Prache; - 215 Larran; - 216 Brachet; - 217 Pianelli; - 218 Dény; - 219 Alter-mann; - 220 Reby;
- 221 Lafon; - 222 Bernière; - 223 Grout de Beaufort; - 224 Gau; - 225 Poyet; - 226 Heu; - 227 Marro; - 228 Bourillet; - 229 Gerboin; - 230 Lecompte; - 231 Ballereau; - 232 Vielliard; - 233 Maxwell; - 234 Maugras; - 235 Logé; - 236 Le Masne; - 237 Joly (Georges); - 238 Baratoux; - 239 Pozzy; - 240 Bouchon.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 18 septembre 1905.

Astronomie physique. — I. — *Note préliminaire sur l'observation de l'éclipse totale du soleil du 30 août 1905, à Burgos.* Note de M. H. DESLANDRES.

II. — *Observation de l'éclipse du 30 août 1905.* Note de M. H. ANDOYER, présentée par M. Deslandres.

III. — *Observation de l'éclipse solaire du 30 août 1905, à Athènes.* Note de M. D. EGINITIS, présentée par M. Lœwy.

Ces trois notes exposent d'une façon générale les conditions d'observations de la dernière éclipse de soleil et les principaux résultats obtenus à Burgos, à El-Arrouch, près de Philippeville, et à Athènes. A Burgos, le temps n'a pas été favorable : les deuxième et troisième contacts, qui sont les plus importants, n'ont pu être observés.

A Athènes, les observations météorologiques ont donné les résultats suivants :

La température de l'air, dont le maximum a eu lieu à 1 h. 50 m., a baissé légèrement depuis ce moment jusqu'à 3 heures. La température a diminué en tout, pendant le passage de l'ombre, de 4° 2.

L'humidité relative s'est élevée lentement d'abord et ensuite plus rapidement ; de 2 h. 20 m. jusqu'à 3 h. 10 m. elle est montée de 17 unités ; depuis ce dernier moment jusqu'à 4 heures, elle a diminué de 6 unités.

La direction et la vitesse du vent ont été modifiées aussi pendant l'éclipse ; de 2 heures à 2 h. 30 m. le vent avait une direction ouest-sud-ouest et une vitesse de 10 mètres ; de 2 h. 30 m. à 3 heures sa direction était sud-ouest et sa vitesse de 9 mètres ; de 3 heures à 6 heures, il a tourné au sud et sa force a diminué jusqu'à 6 m. 5. La pression barométrique n'a pas été sensiblement affectée par l'éclipse.

Les variations magnétiques diurnes n'ont pas été sensiblement influencées par l'éclipse.

Chimie minérale. — *Sur l'isolement du terbium.* Note de M. G. URBAIN, présentée par M. P. Curie.

L'auteur est arrivé, par trois méthodes distinctes, à isoler un élément nouveau qui appartient à la série des terres rares et auquel il a donné le nom de *terbium* ; il a opéré par cristallisation, ou des nitrates doubles de la terre et de nickel, ou des nitrates simples en présence de nitrate de bismuth, ou encore des éthylsulfates.

Cette terre correspond à un seul élément répondant à quatre éléments supposés distincts et soupçonnés par Lecoq de Boisbaudran (spectres d'absorption et de fluorescence), par Demargay (spectre d'étincelle) et par Sir W. Crookes (spectre de phosphorescence).

L'auteur donne les propriétés principales et les caractères des sels de terbium et expose la méthode de détermination de son poids atomique qui paraît très voisin de 159.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

AGRICULTURE

La destruction des campagnols. — Dans une communication à la *Société nationale d'Agriculture* (Bulletin de mai 1905), M. SCHRIBAUX, après avoir rappelé les excellents résultats obtenus en 1903 et 1904 pour la destruction des campagnols, estime qu'il ne faut rien négliger pour combattre, dans l'avenir, les invasions de ces rongeurs, et attire l'attention de ses collègues sur un nouveau procédé de destruction.

Ce procédé, dû au docteur Hiltner, directeur de la Station de botanique agricole de Munich, est basé sur l'action éminemment toxique du carbonate de baryte qu'il utilise pour la fabrication d'un pain baryté. Le produit se présente sous la forme d'une galette très sèche, assez compacte de 2 à 3 centimètres d'épaisseur. Il est ainsi préparé : à 80 parties de farine de seconde qualité, on mélange avec soin 20 parties, en poids, de carbonate de baryte précipité et les quantités d'eau et de levure nécessaires pour former une pâte qu'on laisse fermenter. La

cuisson doit être faite à une température suffisante et pendant un temps assez long pour obtenir une matière assez dure et pouvant se conserver.

Pour faire consommer facilement le pain baryté aux rongeurs, il suffit, d'après M. Hiltner, de le tremper dans du lait écrémé ou de l'asperger avec de l'essence d'anis ou encore d'y mélanger du lard ou de la graisse.

Après avoir reconnu quelques jours auparavant, à l'aide des trous fraîchement ouverts, les galeries habitées, on dépose un à trois morceaux de pain baryté dans chaque trou qu'on aura soin, dans le voisinage des bâtiments d'exploitation, de fermer par de petites mottes de terre, pour éviter l'empoisonnement des oiseaux de basse-cour.

Le pain de baryte est délivré par la Station de botanique agricole de Munich, à tout cultivateur qui en fait la demande, au prix coûtant de 0 fr. 62 le kilogr. ; un kilogr. suffit pour le traitement d'un hectare moyennement ravagé. Vu la grande toxicité du pain baryté, sa livraison est accompagnée d'une instruction prescrivant aux ouvriers chargés de son emploi la plus grande prudence : recommandation de se servir d'un matériel spécial et de se laver les mains, le travail fini, avec de l'eau additionnée de vinaigre qui dissout complètement le carbonate de baryte.

Bien que dans le cas d'invasions très étendues, les virus Löffler et Danysz donnent d'excellents résultats à cause du caractère contagieux de la maladie qu'ils déterminent, l'auteur estime que le pain baryté est un produit digne de fixer l'attention des agriculteurs, car il est très efficace et son emploi est facile et économique.

CHIMIE INDUSTRIELLE

Exploitation de l'azotate de soude du Chili. — Dans son numéro du 15 juillet, *l'Ingeniería* (Buenos-Ayres) publie une étude sur les gisements d'azotate de soude du Chili. Les contrées où sont rencontrés ces gisements sont indiquées par leur position géographique, leur étendue et leur puissance. La plupart sont à une distance de la mer variant de 25 à 150 kilom., condition qui facilite l'exportation au moyen des chemins de fer traversant les cols des Andes, et reliant les exploitations aux différents ports.

L'azotate de soude, mélangé à d'autres substances, se rencontre sous forme de couches assez régulières, dont l'épaisseur varie de 0 m. 30 à 1 mètre ; celles d'une épaisseur supérieure à 1 mètre sont assez rares, et sont généralement d'une faible étendue. Ces couches sont coupées par des bandes stériles, formées en général de sel marin ou d'un conglomérat d'argile, de graviers et de sulfate de soude. L'altitude des dépôts varie entre 1 100 et 4 000 mètres.

Dans l'article cité sont indiquées : la hauteur moyenne et la composition des couches situées au-dessus et au-dessous de celle qui renferme l'azotate de soude. Les procédés d'exploitation et de fabrication sont résumés ; l'azotate brut, débarrassé des stériles, est envoyé aux usines, qui l'enrichissent en utilisant la très grande solubilité de ce sel dans l'eau bouillante. Par simple cristallisation, on obtient un *nitrate ordinaire* à 95 % et, si avant cristallisation on soumet la solution à un décantage, on peut fabriquer un *nitrate raffiné* à 96 %.

La production annuelle oscille, actuellement, aux environs de 1 500 000 tonnes. Un consortium s'est constitué, en 1901, dans le but de régler cette production, et pour éviter l'avisement des prix par suite de surproduction. Les ventes sont faites par les agents de ce syndicat, qui les répartissent aux différentes fabriques. La plus grande partie du nitrate produit est exportée pour les besoins de l'agriculture ; l'État prélève une taxe d'exportation et collabore pour 100 000 francs par an aux frais de propagande de l'Association constituée dans ce but.

A la suite des tableaux donnant la production annuelle depuis 1830, époque à laquelle commencent les exportations, sont exposées les puissances des principaux gisements connus.

Au taux d'exploitation actuelle, et en ne tenant compte que des gisements connus, ces sources d'engrais azotés seraient épuisées avant trente-cinq ans (1), mais, actuellement, des explorations sont faites dans les pampas, et, si l'on peut en juger d'après les renseignements déjà obtenus, il est permis d'espérer que de nouveaux gisements puissants pourront être exploités.

(1) Voir, dans le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 18, p. 293, la fabrication électrique des cyanures et des nitrates.

CONSTRUCTIONS CIVILES

Reconstruction de la bibliothèque de la ville de Danzig (Prusse). — *Le Zentralbl. der Bauverw.*, du 29 juillet, après avoir rappelé les vicissitudes multiples de la vieille bibliothèque de la ville de Danzig, largement accrue depuis sa fondation, qui date de 1591, indique les conditions dans lesquelles elle vient d'être installée dans un important bâtiment neuf, en façade sur deux larges rues.

Les plans et photographies qui accompagnent cette note montrent les dispositions très simples du plan : d'une part, les bureaux et salles de lecture ; d'autre part, un magasin à six étages, avec un comble très élevé. Cette séparation est franchement accusée par l'architecture extérieure. Toutes les fenêtres de l'édifice sont ogivales, la plupart géminées et surmontées de roses.

Le dépôt renferme environ 125 000 volumes.

CONSTRUCTIONS NAVALES

Le vapeur « Narvik », destiné au transport des minerais de fer suédois. — Les chantiers Germania, de Kiel, ont récemment construit, pour un armateur de Lübeck, un vapeur destiné au transport des minerais de fer suédois, et qui a reçu le nom du port de Narvik (1).

Ce bâtiment est du type dit à pont-turret, qui s'est répandu en Angleterre pour les vapeurs de charge. C'est d'ailleurs le premier de ce genre qu'on ait construit en Allemagne, et il a été étudié en vue des traversées très rudes qu'il doit faire en hiver dans la mer du Nord, par exemple, de Narvik à Rotterdam.

Les dimensions principales de ce vapeur, dont le *Stahl und Eisen*, du 1^{er} septembre, donne plusieurs photographies, sont : longueur, 105 mètres ; largeur, 14 mètres ; tirant d'eau, 8 m. 90 ; tonnage net, 2 300 tonnes. La vitesse est de 10 à 11 nœuds.

ÉLECTRICITÉ

Rendements comparés d'un convertisseur et d'un clapet électrolytique. — M. HORACE BOOT, publie dans *l'Electrical Review* (Londres), le résultat d'essais comparatifs de rendement d'un convertisseur formé d'un moteur à courant alternatif de 12 kilowatts actionnant une dynamo à courant continu, et d'un clapet électrolytique Nodon, formé de quatre éléments contenant chacun une plaque de plomb et une plaque d'un alliage zinc-aluminium de 30 × 15 × 0 m. 3, plongeant dans une solution saturée de phosphate d'ammonium.

Le prix du convertisseur et de ses accessoires, pour un débit de 50 ampères sous 118 volts, était de 3 750 francs ; celui du clapet 1 700 francs.

Le rendement mesuré de la dynamo à courant continu étant 78 %, le rendement global du convertisseur était 49, %.

Le rendement du clapet, mesuré à l'aide de compteurs Aron, intercalés sur le courant alternatif et sur le continu était de 65 % environ, y compris la perte dans un autotransformateur destiné à abaisser la tension du courant alternatif, qui était fourni sous 220 volts.

Ce rendement restait constant pendant la charge ; il paraissait indépendant de la durée de marche de l'appareil, à condition que la température de l'électrolyte ne dépassât pas 50 degrés centigrades. L'appareil paraît d'autre part n'exiger aucun entretien onéreux.

HYDRAULIQUE

Usine hydro-électrique de De Sabla (Californie). — M. J. GALLOWAY décrit, dans *l'Engineering News*, du 10 août, l'usine hydro-électrique de De Sabla, en Californie. Cette usine fait partie du groupe des stations électriques exploitées par la California Gas and Electric Corporation, qui possède actuellement dix stations, représentant une puissance totale dépassant 43 000 kilowatts.

D'une manière générale, avant l'utilisation vraiment pratique des forces motrices hydrauliques, le développement industriel de la Californie était assez restreint. L'abondance des neiges sur la Sierra-Nevada, la vaste étendue des épaisses forêts de sapins qui couvrent les flancs de ces montagnes, et la topographie des terrains, qui présentent de hautes

(1) Voir, dans le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 4, p. 1, la description des installations récemment construites dans ce port notamment pour la manutention des minerais.

chutes, favorisent le développement des installations hydrauliques.

La station De Sabla est prévue pour une puissance totale de 14 000 kilowatts. Deux alternateurs de 2 000 kilowatts sont en service depuis près de deux ans; l'installation d'un groupe générateur de 5 000 kilowatts vient d'être terminée, et fait plus spécialement l'objet de la communication de M. Galloway; elle sera suivie de celle d'un autre groupe identique.

Un barrage de 12 mètres de hauteur, construit dans un étranglement de la gorge, sert au captage des eaux de Butte Creek, qui suffisent actuellement, sans réserve, à l'alimentation des trois unités, d'un total de 9 000 kilowatts en service. A 16 kilom. de ce barrage est construit un réservoir dont la capacité actuelle, de 250 000 mètres cubes, sera portée ultérieurement à 340 000 mètres cubes, par l'augmentation de la hauteur de la digue. De la retenue, l'eau arrive à ce réservoir par une canalisation dont une partie est constituée par des canaux jointifs en bois, et l'autre est taillée dans le roc.

Deux conduites forcées, dont la plus grande partie est en tunnel ou en tranchée, amènent l'eau de ce réservoir aux turbines; leur longueur est de 1 900 mètres environ; l'une d'elles alimente les deux unités de 2 000 kilowatts, l'autre la turbine de 5 000. Les tuyaux sont rivés ou soudés suivant la pression d'eau qu'ils ont à supporter.

L'eau de la conduite forcée est distribuée à la turbine par l'intermédiaire d'un régulateur de débit, du type Lombard. Cette turbine est à auge elliptiques, boulonnés sur le noyau en fonte. L'arbre du groupe électrogène est creux; son diamètre est de 500 millimètres pour la portée centrale sur laquelle sont centrés la turbine et le champ tournant de l'alternateur, les portées reposant sur les paliers ont 400 millimètres de diamètre. L'alternateur débite, à 2 300 volts, un courant triphasé à 60 périodes.

Deux excitatrices de 45 kilowatts sont installées, et un tableau de basse tension est fixé près d'un des murs de la salle des machines. Dans un local spécial, divisé en deux étages, sont installés le tableau de haute tension et les transformateurs. Ces derniers, isolés à l'huile et refroidis par un courant d'eau, élèvent la tension sur chacune des phases, respectivement à 44 000, 55 000 et 65 000 volts quand ils sont montés en étoile.

L'auteur termine par la description des bâtiments et des appareils accessoires et par celle de la ligne à haute tension, en câbles d'aluminium, qui distribue le courant aux sous-stations.

MÉTALLURGIE

Balance électromagnétique pour l'essai des propriétés des aciers et des fers. — Dans un travail sur les balances électromagnétiques, publié par la *Revue de Métallurgie*, du mois de juin, M. DE KRYLOFF rappelle tout d'abord qu'un bon métal, travaillé irrégulièrement, pouvant donner un produit mauvais impropre à l'usage auquel il est destiné, il devient indispensable, dans bien des cas, d'essayer les produits finis. Les exigences de réception actuelles sont d'ailleurs telles que beaucoup de pièces d'artillerie sont éprouvées à l'état de pièces finies; les essais portent sur la trempe, pour les canons de fusils, les lames d'épées, les projectiles, etc.

Parmi les essais destinés à apprécier la trempe des pièces finies, l'un des plus répandus est celui fait avec des crayons d'acier de dureté et de taille déterminées, et avec des limes. Il ne donne cependant, d'après l'auteur, que des résultats grossiers qui ne répondent plus aux desiderata actuels de l'industrie. L'essai électromagnétique, au contraire, ne présenterait pas les mêmes défauts et donnerait la possibilité de déterminer exactement et rapidement les qualités des matières à essayer sans tenir compte de leur forme ni de leurs surfaces extérieures.

M. de Kryloff décrit la balance magnétique du professeur Hughes puis la balance électromagnétique, toutes deux installées à la manufacture impériale d'armes à feu de Toula (Russie). Ce dernier appareil, qu'il a utilisé personnellement, permet de se rendre compte de diverses questions concernant les fusils et de déterminer les degrés de trempe et le recuit des pièces entrant dans la fabrication du fusil de guerre, etc.

L'essai électromagnétique, tel qu'il a été adopté à la manufacture de Toula, permet de classer l'acier et le fer suivant leur aptitude à recevoir la trempe.

Causes de la dureté des aciers et des fontes mécaniques. — M. SOUTHER étudie, dans un mé-

moire présenté à la dernière réunion de l'American Society for Testing Materials que reproduit l'*Iron Age*, du 3 août, les causes des difficultés que présente le travail de certains métaux que les ouvriers trouvent trop durs.

L'acier trouvé trop dur est parfois, au contraire, extrêmement doux; l'outil ne coupe pas le métal, mais le déchire, et des particules de métal s'attachent à l'outil qui s'émousse.

La fonte peut être réellement très dure par suite de sa forte teneur en soufre ou en silicium. On rencontre aussi des fontes sur lesquelles l'outil grince comme si elles contenaient de l'émeri. L'auteur a essayé et analysé une de ces fontes qui ne présentait d'autre anomalie qu'une faible teneur en manganèse. En augmentant cette teneur, le métal se comporta normalement. L'auteur suppose qu'il se forme dans la fonte un carbure de fer ou de silicium lorsque la teneur en manganèse est trop faible et que c'est ce carbure qui rend le travail du métal difficile.

MINES

Cyanuration des minerais d'argent aurifères de Palmarejo (Mexique). — Les minerais de Palmarejo contiennent de l'argent et un peu d'or. On traite ces minerais par la méthode du broyage humide, avec concentration suivie de la cyanuration des sables et des poussières non grillés. M. T. OXNAM décrit ces procédés métallurgiques, et leur application aux usines de Chinapas, dans le *Bi-Monthly Bulletin of the American Institute of Mining Engineers*, de juillet.

Les mines, exploitées depuis plus d'un siècle, se trouvent au sud-ouest dans l'État de Chihuahua, à 975 mètres d'altitude; les usines sont à 19 kilom. des mines, près de Chinapas, et leur sont réunies par un chemin de fer à voie étroite.

L'auteur décrit successivement :

1° Les mines;

2° Le vieux matériel de l'usine où, jusqu'en 1901, on appliquait la méthode de broyage à sec, grillage et amalgamation;

3° Les différents essais du procédé nouveau, par le broyage humide, qui comprend la concentration et l'amalgamation des matières non grillées, la concentration des résidus d'amalgamation, le broyage humide et la concentration suivie d'un lessivage cyanurant des sables; cette dernière méthode a été reconnue meilleure par des essais, et adoptée;

4° Le matériel actuel et son fonctionnement : concasseurs, broyeurs, appareils de classement;

5° Le traitement pour la cyanuration des sables; le matériel et les procédés de précipitation de l'argent et de l'or; le nettoyage des boîtes à zinc; le tonnage, les prix de traitement et le pourcentage d'extraction; la consommation de cyanure, de zinc et de chaux;

6° Le traitement des poussières, méthode et matériel employés pour ce traitement, précipitation, tonnage, prix et pourcentage d'extraction.

En 1904, 34 000 tonnes de sables ont été traitées dans cette installation, malgré cinquante-sept jours d'arrêt pour réparations. On a extrait 95,5 % de l'or et 52,5 % de l'argent. Les sables renferment 14 fr. 25 d'or et 500 grammes d'argent par tonne.

Les consommations respectives de cyanure de sodium, de zinc et de chaux, par tonne de sable, ont été de 1^{re} 34, 0^{re} 43, 1^{re} 96 (1^{re} 34 de cyanure de sodium correspond à 1^{re} 67 de cyanure de potassium).

Durant le dernier trimestre de 1904, 2 550 tonnes de poussier net sec ont été traitées, avec 74,9 % d'or extrait, et 49,2 % d'argent extrait. Elles renfermaient 21 fr. 75 d'or et environ 600 grammes d'argent. La consommation de cyanure de sodium, en mars et avril 1905, a été de 1^{re} 60 par tonne de poussier traité. Elle a été de 2 kilogr. de cyanure de sodium, 0^{re} 44 de zinc et 6^{re} 32 de chaux pour une extraction de 51 % d'argent.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Les réchauffeurs d'alimentation. — Dans le *Street Railway*, du 22 juillet, M. W. E. HARRINGTON, après avoir fait ressortir les économies qui résultent du réchauffage de l'eau d'alimentation, examine comparativement le réchauffeur ouvert et le réchauffeur fermé.

Il se prononce nettement en faveur du type ouvert, dans lequel l'eau à réchauffer et la vapeur sont mises en contact direct. L'objection de l'huile entraînée n'a plus guère de valeur, attendu qu'on possède maintenant des séparateurs d'huile efficaces.

Le réchauffeur ouvert a l'avantage d'ajouter à l'eau réchauffée celle condensée, d'où : 1° économie plus grande résultant de l'utilisation de la chaleur contenue dans cette eau elle-même; 2° réduction de la quantité de vapeur nécessaire au réchauffage; 3° réduction de la quantité d'eau d'alimentation; 4° amélioration de la qualité de l'eau introduite dans les chaudières, puisqu'elle se trouve mêlée d'un peu d'eau distillée.

Le réchauffeur ouvert, en provoquant le dépôt des carbonates de chaux et de magnésie, agit aussi comme épureur. Son nettoyage est plus facile que celui d'un appareil tubulaire.

Les appareils auxiliaires d'une chaudière, employant 10 % de la vapeur produite, leur échappement peut être utilisé avec avantage. Leur rendement devient ainsi d'une importance secondaire.

L'auteur termine en faisant remarquer que beaucoup de stations où les chaudières sont insuffisantes pourraient être améliorées par la simple addition de réchauffeurs. Il cite même le cas d'une station où le remplacement d'un réchauffeur fermé par un réchauffeur ouvert a permis de porter de 1 000 à 1 200 chevaux la puissance disponible.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

Résistance au feu du ciment armé. — A la suite des grands incendies de Baltimore et de Chicago, au cours desquels la plupart des constructions en ciment armé furent complètement détruites, la National Fire Protection Association fit procéder à des essais sur la résistance au feu des ciments. L'*Engineering Record*, du 22 juillet, expose les méthodes employées, et résume les résultats obtenus.

On avait admis que, dans la résistance au feu d'une construction en ciment armé, l'ossature joue un rôle presque négligeable, et que cette résistance dépend de deux qualités principales des mortiers de ciment qu'il s'agit de mesurer; à savoir : 1° combien de temps peuvent-ils supporter une température déterminée sans présenter de craquements qui réduisent leur résistance et exposent l'acier de l'ossature aux effets de la dilatation; 2° quelle est leur valeur comme isolants de l'acier noyé dans leur masse.

Les échantillons soumis aux épreuves avaient la forme de petites poutrelles en béton, dans lesquelles on noyait, à des hauteurs différentes, trois tiges d'acier. La nature du ciment et des matériaux employés pour fabriquer le béton est indiquée, ainsi que la façon de préparer les mortiers et les échantillons. Les poutrelles étaient chauffées dans un four en briques dont la température, mesurée par un thermocouple Le Chatelier, atteignait 1 100 degrés centigrades; trois thermomètres à mercure, engagés dans des logements ménagés à hauteur des tiges d'acier, donnaient les températures de ces trois tiges.

Les poutrelles demeuraient pendant trois heures dans le four; on les laissait ensuite se refroidir naturellement à l'air libre, sans projection d'eau. On ne découvrit pas de craquements sensibles.

L'article cité donne les températures observées, pour chaque barre, aux diverses phases des expériences; un tableau résume les mesures des flexions et des dilatations mesurées sur les poutrelles et sur les trois tiges.

Ces essais s'écartent assez de la réalité, les échantillons n'étant pas chargés pendant la chauffe et n'étant pas arrosés à leur sortie du four, comme cela se produit pendant les incendies; cependant, ils permettent de déduire certaines règles, qui serviront de base aux prescriptions édictées par le comité qui présidait à ces essais. Ces prescriptions sont l'énumération des conditions que doivent remplir les constructions en ciment armé pour présenter le maximum de sécurité en cas d'incendie.

SCIENCES

Le laboratoire de mécanique de l'École nationale supérieure des Mines. — M. E. SAUVAGE, professeur à l'École des Mines, publie dans les *Annales des Mines*, d'avril 1905, une note sur le laboratoire de mécanique installé dans cette École, en 1902, pour l'étude des propriétés mécaniques et du travail des métaux. Il passe tout d'abord en revue les appareils que renferme ce laboratoire :

1° Une machine pour l'essai des métaux à la traction, d'une force de 25 tonnes;

2° Une presse de 5 tonnes pour les essais par compression, cisailage, empreinte de bille;

3° Un mouton double pour les essais au choc, du système Fremont;

4. Une presse hydraulique de 100 tonnes à enregistreur, avec une pompe à commande mécanique et un accumulateur à charge verticale; cette presse sert aux essais de poinçonnage et de rivetage;

5° Une petite machine à polir les métaux;

6° Un moteur électrique de 3 kilowatts, actionnant un arbre de transmission;

7° Un dynamomètre de transmission;

8° Un tour à fileter de 225 millimètres de hauteur de pointes et 4 mètres de longueur entre pointes, muni d'enregistreurs mesurant la poussée sur la pointe du tour et l'effort tangentiel sur la pièce travaillée;

9° Des tables pour le travail et des vitrines contenant une collection d'éprouvettes métalliques et de diverses pièces de machines;

10° Un établi avec outillage d'ajusteur;

11° Une machine à percer;

12° Une forge;

13° Des microscopes et des appareils photographiques pour l'étude et la reproduction des éprouvettes et de diverses pièces de machines.

M. Sauvage examine ensuite les travaux que les élèves de deuxième et de troisième année doivent effectuer. Ces derniers sont exercés au laboratoire par groupes de quatre et font les exercices suivants :

1° Un essai de traction sur une éprouvette de 20 centimètres de longueur utile, avec enregistrement graphique et calcul des résultats;

2° Un essai de traction sur éprouvette à section croissante, pour détermination de la limite élastique;

3° Un essai de pliage statique sur une éprouvette de $30 \times 10 \times 8$ millimètres avec entaille de 4 millimètre de profondeur et de 10 millimètres de largeur sur la face;

4° Un essai de pliage dynamique sous le choc du mouton, d'une éprouvette de même forme que pour le pliage statique;

5° Un essai de cisaillement sur un fragment d'éprouvette de pliage;

6° Un essai de poinçonnage sur la presse hydraulique de 100 tonnes, avec enregistreur;

7° Un essai par empreinte de bille, d'après la méthode Brinell, et par empreinte d'un couteau;

8° Un essai par corrosion du fer et de l'acier;

9° Une étude de tonnage, faite à l'aide du dynamomètre de transmission.

En dehors des périodes de présence des élèves, le laboratoire peut servir à des recherches sur les propriétés physiques et sur le travail des métaux, recherches pour lesquelles il est fort bien outillé. D'importantes expériences y ont déjà été exécutées par M. Fremont, chef des travaux mécaniques.

TRAVAUX PUBLICS

Applications des ponts du système Tarron. — Les ponts du système Tarron, à forme polygonale en dessus, se prêtent bien aux installations rapides et, par suite, aux applications militaires, ce qui explique l'intérêt avec lequel ont été poursuivies, depuis quelques années, des expériences sur ce matériel; en France, depuis 1901, au polygone du Génie, à Grenoble, et aux manœuvres du 4^e régiment du Génie; à l'étranger, en Espagne et en Autriche.

La catastrophe survenue, au mois de juillet 1904, à Bozel (Savoie), où la crue extraordinaire d'un torrent détruisait une partie du village et les deux seuls ponts assurant les communications, a fourni l'occasion de faire une application du pont Tarron, dans des circonstances particulièrement difficiles.

Dans la *Revue du Génie* (juin 1905), le capitaine DELACROIX, après avoir décrit les divers types qu'affecte ce matériel, suivant la portée et quelques expériences de polygone fixant la technique du lancement, relate les différentes phases de la construction de ce pont. La brèche réelle avait 15 mètres. Afin de s'établir sur le terrain solide, et de rendre possible, au même point, la reconstruction d'un pont permanent, sans interrompre la circulation sur le pont provisoire, on donna à celui-ci une portée totale de 20 mètres. La résistance imposée devait permettre le passage d'un essieu de 3 tonnes. Le lancement, par suite de la disposition des lieux, fut fait par contrepoids et avancement.

Ce pont a bien résisté à une circulation relativement considérable pendant près de neuf mois, comprenant tout un hiver. A cette époque, le tablier était usé, et les bois, qu'on n'avait pas eu le temps de choisir, étaient en mauvais état, mais ces déficiences ne sont évidemment pas imputables au système.

Le port de Hambourg. — Le *Praktische Maschinen Konstrukteur*, des 3 août et 14 septembre, donne un plan du port de Hambourg, avec l'indication du périmètre du port franc, et y joint quelques renseignements généraux sur son état actuel. Le port franc englobe 1 019 hectares, dont 504 de bassins et de passes navigables. Les navires

disposent de 220 hectares de bassins et 29 kilom. de quais, et la batellerie, de 100 hectares de bassins et 34 kilom. de quais.

Plusieurs photographies montrent l'importance des docks et hangars, la multiplicité des grues roulantes; l'une d'elles représente la grande grue à pivot de 150 tonnes. Sur les quais seulement, on compte plus de 600 grues, et il y en a un grand nombre d'autres dans les hangars et magasins; la plupart sont commandées électriquement.

L'auteur décrit en quelques mots chacun des principaux bassins, chacun des plus grands paquebots de la flotte hambourgeoise (*Kaiserin Augusta Victoria, Amerika, Deutschland*, etc.), et résume le mouvement du port en signalant qu'en 1904 il y est entré 14 860 navires de mer, ayant chargé ou déchargé 5 334 millions de tonnes de marchandises.

Les recettes nettes de l'administration du port se sont élevées à 3 700 000 marks en 1903; elles ont dû être notablement plus élevées en 1904, depuis la mise en service du bassin de Kuhwärder, destiné à la ligne Hambourg-Amerika.

Ouvrages récemment parus.

Analyse chimique minérale qualitative et quantitative. Choix des méthodes, par Eugène PROST, Docteur ès sciences, chargé de cours à l'Université de Liège. — Un volume in-8° de 441 pages, avec 46 figures. — Ch. Béranger, éditeur, Paris, 1905. — Prix : relié, 12 fr. 50.

L'auteur, à qui l'on doit déjà un manuel d'analyse des combustibles, minerais, métaux, alliages et autres produits industriels minéraux, ainsi qu'un manuel spécial, relatif à l'industrie du zinc et de l'acide sulfurique (en collaboration avec M. Hassreidter), deux ouvrages concis, complets et pratiques, a condensé, dans ce nouveau manuel, en occupant le moins de pages possible, le minimum des connaissances d'analyse générale, qualitative et quantitative, considéré comme indispensable à celui qui veut aborder l'analyse des produits minéraux, c'est-à-dire les combustibles, les minerais, sels, métaux et alliages, dont l'examen se présente le plus fréquemment dans la pratique.

Comme les autres branches des sciences chimiques, l'analyse a réalisé, dans ces dernières années, des progrès importants. La perfection exigée aujourd'hui des produits de tout genre sortant des fabriques et usines, la nécessité toujours croissante de tirer parti des sous-produits ont obligé à modifier les méthodes de recherche et le dosage des divers éléments; aussi, les méthodes d'analyse classiques mais surannées, ont-elles été laissées systématiquement de côté, et l'auteur s'est attaché à ne donner que l'essentiel et le vraiment utile, de façon que l'analyste soit réellement le collaborateur de l'industriel.

Il a donc fait un choix très strict des procédés de recherche, de dosage et de séparation estimés les plus importants, et s'est efforcé de traiter le sujet ainsi limité, en ayant constamment en vue les principales applications de l'analyse minérale.

Comme conséquence, un plus grand développement a été donné à l'électrolyse, qui, appliquée à la détermination de métaux tels que le cuivre, l'antimoine, le nickel, le cobalt, l'étain, permet actuellement de doser ces éléments avec une telle précision que la plupart des autres modes de dosage ne sont plus guère utilisés qu'en l'absence du matériel nécessaire à l'exécution du procédé électrolytique.

Bien qu'il s'agisse d'un ouvrage élémentaire, M. Prost a cru devoir étudier quelques métaux plutôt rares, tels que le molybdène, le tungstène, le vanadium, etc., à cause de l'intérêt qu'ils présentent pour la métallurgie du fer. D'autre part, il n'a examiné, dans la partie consacrée aux métalloïdes, que les genres de sels qui se rencontrent dans les produits minéraux les plus répandus.

L'ouvrage débute par des généralités sur les différentes méthodes de dosage et sur le matériel spécial qu'elles nécessitent. Les métaux, puis les métalloïdes, sont étudiés ensuite, classés méthodiquement au point de vue analytique. Pour chaque corps sont donnés : un exposé concis, et néanmoins complet, des caractères et propriétés des sels ou composés correspondants, en même temps que des renseignements pratiques et précis, comme, par exemple, le degré d'insolubilité des précipités et certaines précautions à observer; puis le dosage de l'élément, et sa séparation d'avec les autres corps.

En dehors de la méthode, de la clarté d'exposi-

tion et du caractère pratique de ce manuel, une de ses particularités est de donner toutes les réactions intéressantes et d'en montrer le mécanisme. Ainsi étudiée, la chimie analytique, bien qu'étant essentiellement une science appliquée, cesse d'être un pur recueil de procédés sans aucune explication, et perd un peu de son aspect rébarbatif pour l'étudiant.

Les essais par voie sèche, l'analyse spectrale et la recherche des métaux dans les substances minérales terminent l'ouvrage.

Der Eisenbau (Les constructions métalliques), par Luigi VIANELLO, complété par un barème des fers allemands, de Gustave SCHIMPF. — Un volume in-8° de 690 pages, avec 415 figures. — Oldenbourg, éditeur, Munich et Berlin, 1905. — Prix : relié, 17,50 marks.

L'auteur s'est proposé de rassembler, dans un manuel pratique très complet, à l'usage des Ingénieurs appelés à dresser des projets de constructions métalliques, les théorèmes et les formules qui leur sont constamment nécessaires, sans remonter aux théories générales d'où elles découlent.

Sur les dix chapitres que comprend ce volume, les trois premiers sont consacrés à un résumé de trigonométrie et d'algèbre, de mécanique générale et de statique. L'auteur passe ensuite en revue les systèmes plans et les systèmes à trois dimensions statiquement déterminés, puis les systèmes statiquement indéterminés, et, quoique cette question ne rentre qu'indirectement dans le cadre de l'ouvrage, la stabilité des piles et culées de ponts et des murs de soutènement.

Deux chapitres traitent ensuite, le premier des conditions techniques à observer dans l'étude d'un ouvrage : choix de la section des poutres, disposition des rivets, proportions à observer, etc.; l'autre, des considérations pratiques qui s'imposent également, suivant la nature et le but de la construction projetée.

Enfin, le dernier chapitre se compose d'une série de tableaux numériques donnant, outre les constantes physiques : coefficients de dilatation, densités, etc., de matériaux usuels, les sections, poids, modules d'inertie et de résistance de différents fers, des types de filetages, des modèles de rivets, etc. Ce chapitre trouve son complément dans l'appendice, qui donne les constantes de tous les profilés fabriqués couramment par les grandes usines métallurgiques allemandes.

The Mechanical Engineering of Collieries (Installations mécaniques des houillères), par T. CAMPBELL FUTERS. — Première partie : *Boring, shaft sinking, surface arrangements, shafts and headgears* (sondage, fonçage des puits, installation des puits, du jour, chevalements). — Un volume in-4° de 128 pages, avec 294 figures et 15 planches. — The Chichester Press, éditeur, Londres, 1905. — Prix : 7 shillings 6 pence.

Cet ouvrage est le premier de ceux que forme une série d'études actuellement en cours de publication dans *The Colliery Guardian* et réunies en volumes en vue de remplacer l'ouvrage bien connu du regretté C. M. Percy.

L'auteur s'est inspiré des nécessités qui s'imposent aujourd'hui en Grande-Bretagne pour l'exploitation économique des houillères et qui ont été mises nettement en évidence tout récemment dans le rapport de la Royal Commission on Coal Supplies (1).

A cet effet, les dispositions les plus perfectionnées et les méthodes les plus récentes en usage, tant en Grande-Bretagne que sur le continent et aux États-Unis sont exposées en détail.

Ce premier volume comprend quatre parties :

- 1° Sondage au diamant, à la corde, à la main sous l'eau, dans les vieux travaux;
- 2° Fonçage des puits, épuisement, revêtement, systèmes de Horden, de Walker, de Kind-Chaudron, par fers profilés emboîtés par congélation;
- 3° Installations au jour;
- 4° Installation du puits, chevalements, extraction, exhaure, recettes, molettes, etc.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 19, p. 308.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Mécanique** : Usine élévatoire pour l'arrosage du champ de courses du Tremblay (Seine) (*planche XXIII*), p. 369. — **Métallurgie** : Aciers spéciaux employés en France dans la construction des automobiles, p. 371; LÉON GUILLET. — **Agriculture** : L'agriculture à l'Exposition de Liège 1905 (*suite*), p. 374; G. COUPAN. — **Physique industrielle** : Influence des enveloppes sur le fonctionnement des machines à vapeur, p. 377; F. HOFER. — **Variétés** : Détermination des charges à appliquer aux locomotives des che-

mins de fer de l'État danois, p. 379; — Manchon d'accouplement Diescher, p. 380; — Épierreur de charbon, système Emery, p. 380. — Assainissement de Manille, p. 381; — Fenêtre de voiture de chemin de fer, système Snell, p. 381.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Académie des Sciences (25 septembre 1905), p. 382. — BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 382; — Ouvrages récemment parus, p. 384.

Planche XXIII : Usine élévatoire pour l'arrosage du champ de courses du Tremblay (Seine).

MÉCANIQUE

USINE ÉLÉVATOIRE POUR L'ARROSAGE du champ de courses du Tremblay (Seine).

(*Planche XXIII.*)

La Société de Sport de France vient d'installer au Tremblay, près Nogent-Le Perreux (Seine), un nouveau champ de courses, dont la surface est d'environ 14 hectares sans compter l'enceinte du pesage.

pistes, environ 700 mètres cubes. Il faut ajouter à ce chiffre les eaux nécessaires pour l'entretien des pelouses et des plantations du pesage : une centaine de mètres cubes par jour. Il s'agissait donc dans l'espèce de pouvoir disposer de 800 mètres cubes d'eau par jour.

L'installation d'une station élévatoire particulière, prenant l'eau à la Marne, a été décidée. Nous en indiquons ci-après les dispositions générales.

L'usine élévatoire, actionnée par un moteur à gaz pauvre, a été construite à environ 150 mètres du bord de la Marne. Un puits de 1^m 50 de diamètre, descendant à 70 centimètres au-dessous du lit de

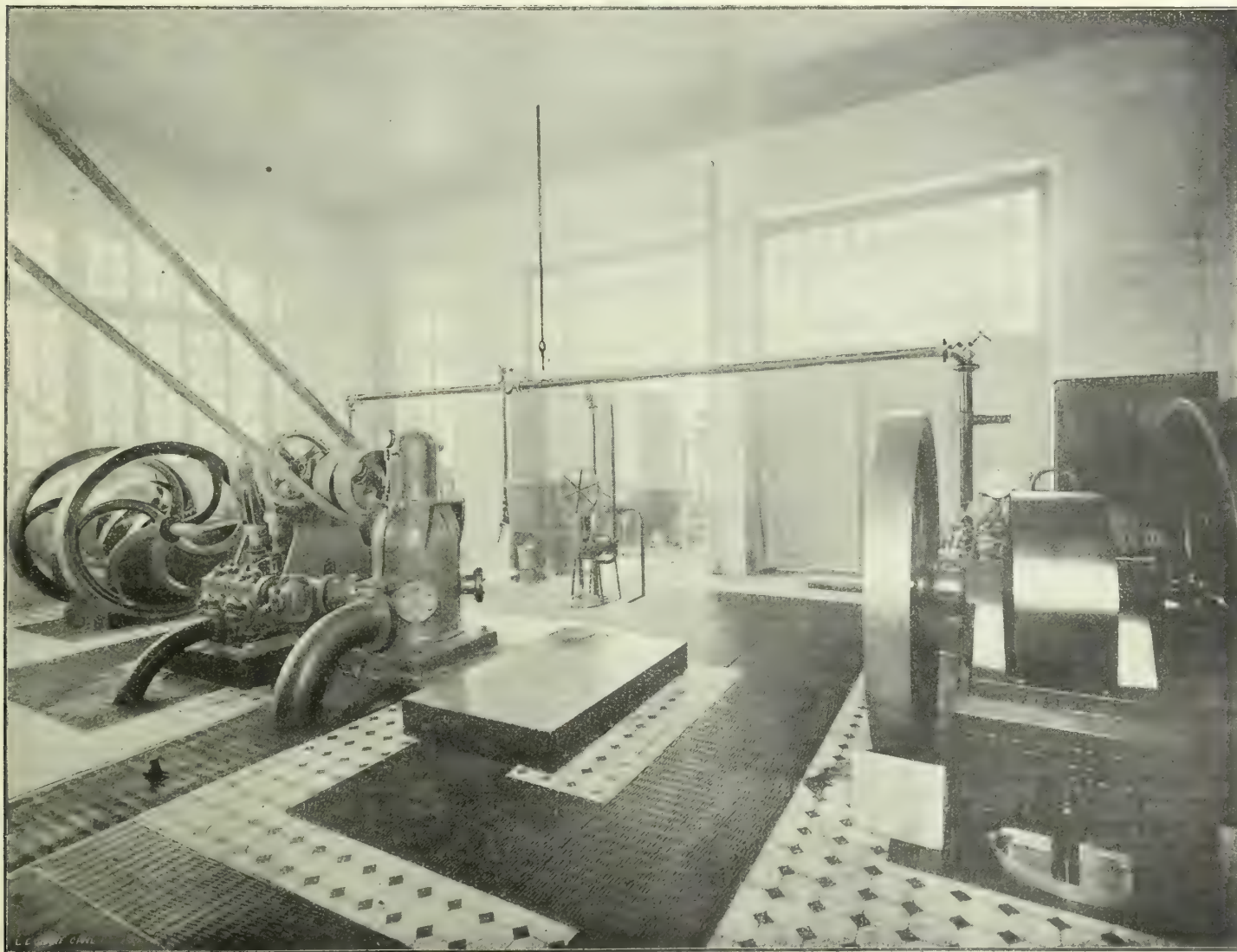


FIG. 1. — USINE ÉLÉVATOIRE POUR L'ARROSAGE DU CHAMP DE COURSES DU TREMBLAY : Vue de la salle des moteurs.

Pour entretenir dans de bonnes conditions ce terrain sablonneux pendant la période de sécheresse, particulièrement de mai à septembre, il est nécessaire d'y répandre chaque jour l'équivalent d'une pluie donnant 5 litres d'eau par mètre carré; soit, pour la surface des

la rivière, a été creusé tout auprès, et un aqueduc de 50 centimètres de diamètre y amène l'eau. L'aspiration de la pompe se fait dans ce puits, qui est toujours rempli au niveau de la rivière, et au fond duquel les boues se déposent.

Un réservoir en tôle de 150 mètres cubes (6 mètres de diamètre et 5^m50 de hauteur) a été construit à environ 250 mètres de l'usine élévatoire, sur un point culminant du champ de courses. Il est supporté par un pylône métallique de 11 mètres de hauteur.

La hauteur d'aspiration est d'environ 4^m50; celle du refoulement, 26^m30 jusqu'au sommet du réservoir. En comptant 4 mètres pour la perte de charge dans les canalisations, la hauteur totale d'élévation ressort à 34^m80. Les tuyaux d'aspiration et de refoulement ont 250 millimètres de diamètre.

Des conduites de 150 millimètres partent du réservoir et desservent de nombreuses prises d'eau.

USINE. — L'usine élévatoire (fig. 1) renferme actuellement :

Deux moteurs Crossley, au gaz pauvre, de 23 chevaux;

Un gazogène Pierson par aspiration, comprenant un générateur, un condenseur, une colonne à coke laveur, et un épurateur chimique;

Une pompe Daubron verticale à quatre cylindres et à double effet.

Un appareil de mise en marche automatique, système Pierson, permet de mettre en marche l'un ou l'autre des moteurs au moyen du gaz pauvre aspiré dans le gazogène, sans qu'il soit nécessaire de

sole T, absolument indépendante et constituée par une pièce réfractaire plate insérée dans un cadre en fonte.

Du vaporisateur, la vapeur passe par le surchauffeur placé au bas du foyer et, de là, s'échappe pour être entraînée dans le feu par l'air qui vient lécher l'ouverture du surchauffeur par où la vapeur s'échappe.

La vapeur arrivant au foyer indépendamment de l'air, le fait de ringarder le feu n'influe en rien sur son introduction régulière et la qualité du gaz ne change pas pendant cette opération.

Le vaporisateur est alimenté par un tuyau d'amenée *a*; un trop-plein y maintient un niveau constant.

La base en fonte C est chambrée intérieurement, afin de permettre l'introduction méthodique de la vapeur dans le foyer incandescent. Cette vapeur y est dirigée par le tuyau R; elle sort par une fente circulaire et est aspirée dans le foyer, avec l'air, par le moteur.

Le corps B est fermé à son sommet par un plateau sur lequel est fixée la tubulure de chargement E, avec joint étanche.

Le haut du générateur contient assez de combustible pour une marche continue de dix à douze heures.

Le gaz sort en haut du générateur par le tuyau H et se dirige dans

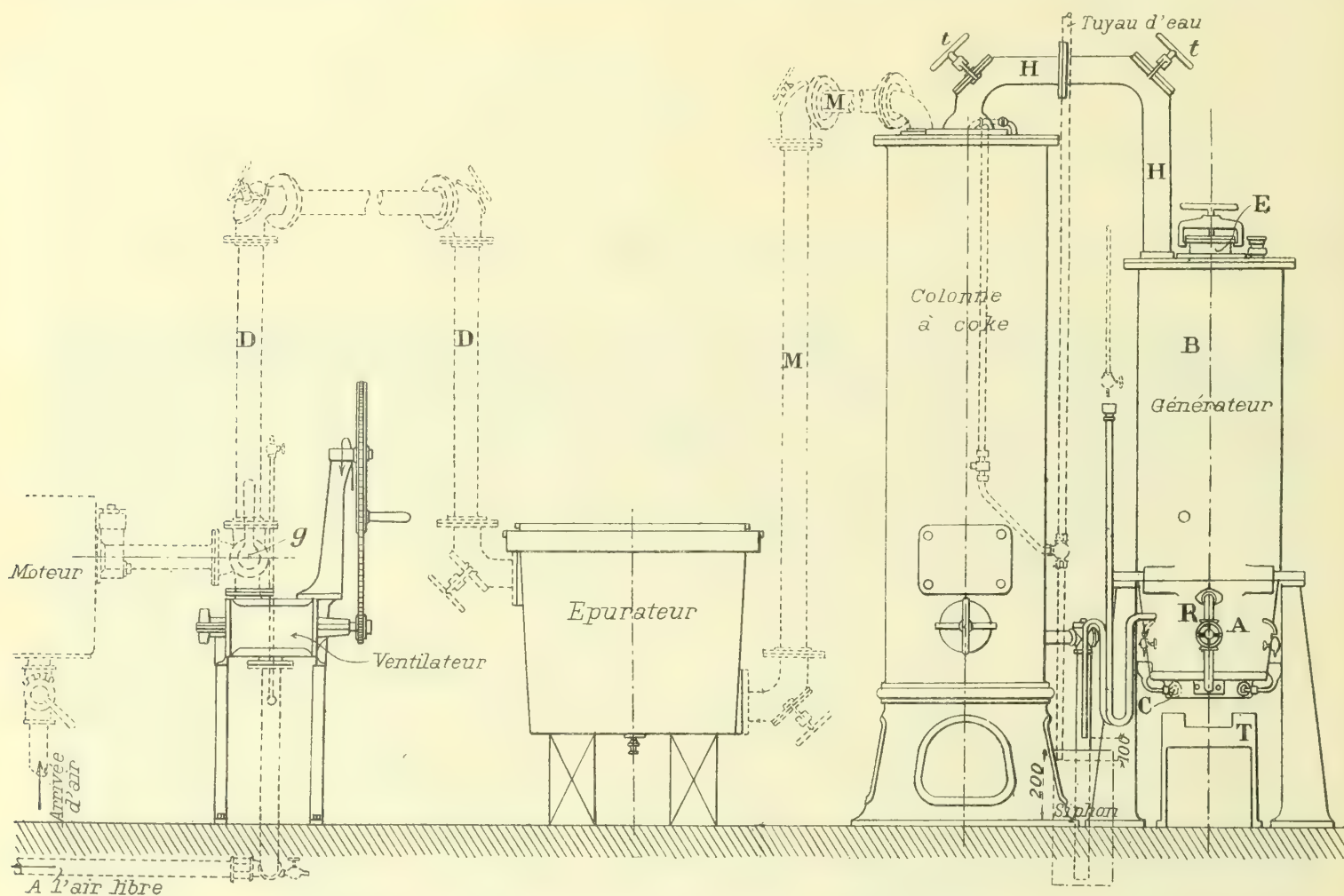


FIG. 2. — Schéma de l'installation d'un gazogène du système Pierson.

toucher au volant autrement que pour placer le moteur sur sa course de travail.

Un deuxième gazogène et une seconde pompe seront installés dans la suite.

Gazogène Pierson. — Dans ce type de gazogène (fig. 2), la production du gaz est déterminée par l'aspiration du moteur, qui introduit sur le combustible incandescent du générateur un mélange d'air et de vapeur. Il en résulte une production d'hydrogène et d'oxyde de carbone qui, envoyés dans le cylindre du moteur et mélangés avec une proportion convenable d'air, sont enflammés et actionnent le piston.

Le corps B du générateur, garni intérieurement de pièces réfractaires, contient le combustible. Le foyer proprement dit est constitué par le vaporisateur A; aucune garniture réfractaire n'existe dans cette partie, car l'eau qui s'y trouve l'empêche d'être détériorée par la chaleur. Le vaporisateur contient un volume d'eau assez considérable qui assure la régularité de la production de vapeur.

L'absence de matière réfractaire à l'intérieur du vaporisateur empêche le mâchefer de coller; il est donc facile de l'enlever, d'autant plus que le gazogène est complètement ouvert par le bas. Le combustible repose sur un cône de cendres qui n'est retenu que par une

la partie supérieure de la colonne à coke. Deux tampons *t*, à démontage rapide, permettent le ramonage du tuyau.

Un tuyau condenseur, placé dans le centre de la colonne à coke, traverse cette colonne du haut en bas et débouche au-dessous de la grille supportant le coke. Le gaz traverse d'abord le tuyau, où il est refroidi pour remonter à travers le coke. Ce coke reçoit un courant d'eau constant qui entraîne toutes les impuretés.

Le gaz quitte la colonne à coke par le tuyau M, traverse la matière épurante (oxyde de fer) placée dans l'épurateur, et arrive au moteur par le tuyau D. Le robinet à trois voies *g* permet de diriger le gaz au moteur ou au ventilateur de mise en marche, mû à la main pour l'allumage du combustible. Cette opération ne dure que quelques minutes à chaque mise en marche.

Comme le montrent les plans d'installation (fig. 1 et 2, pl. XXIII), le tuyau T permet de faire fonctionner les moteurs avec le gazogène n° 1; le tuyau U permet la même marche avec le gazogène n° 2, grâce à des robinets V à deux voies. De la bride inférieure de chacun de ces robinets partent deux tuyaux Z et Z' reliés par un robinet à deux voies X qui permet de faire aspirer le ventilateur de mise en marche dans l'un ou l'autre des gazogènes.

A la partie supérieure du ventilateur se trouve un robinet à deux

USINE ÉLEVATOIRE POUR L'ARROSAGE DU CHAMP DE COURSES DU TREMBLAY (Seine)

Fig. 1. Elévation générale.

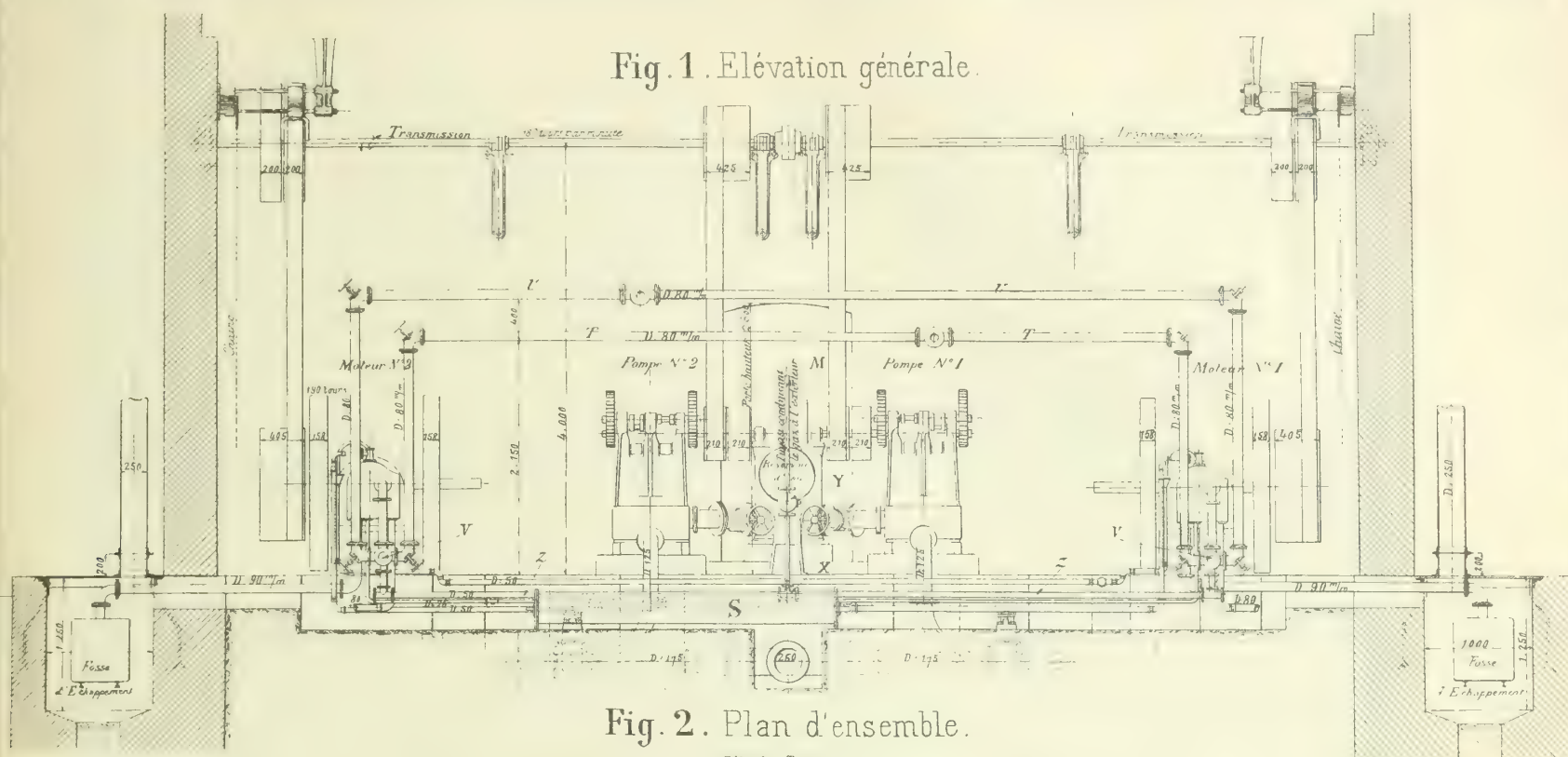
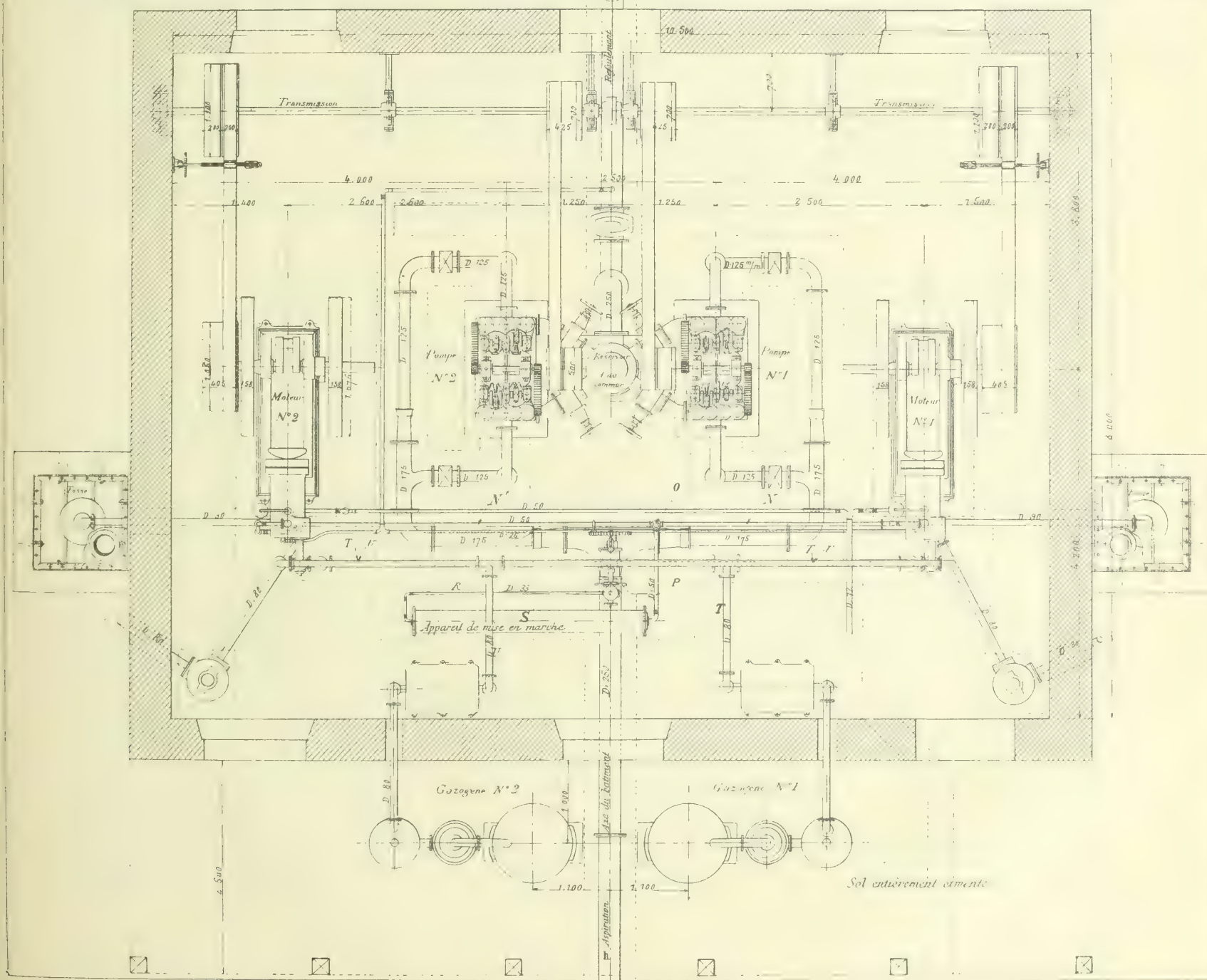


Fig. 2. Plan d'ensemble.

Côte des Tribunes



voies Y permettant d'envoyer le gaz à l'extérieur, par le tuyau M, ou à l'appareil de mise en marche S, par le tuyau R. Ensuite un tuyau P conduit le gaz aux moteurs par les tuyaux N et N' au moyen d'un robinet à deux voies O.

Une transmission intermédiaire placée le long du mur permettra d'actionner par chacun des moteurs, l'une ou l'autre des pompes.

Le gazogène et les moteurs sont disposés de telle façon que leur nettoyage n'exige pas de démontages difficiles. Toutes les conduites

l'allumage se fait par magnéto et la distribution par cames et clapets. La pompe donne cinquante-cinq coups de piston par minute.

L'usine élévatrice est installée dans un chalet rustique (fig. 3), vaste et bien éclairé; un petit pavillon de même style sert de logement au conducteur de l'usine.

Les conditions à remplir par l'installation étaient : l'élévation de 80 mètres cubes à l'heure, avec une consommation de 500 grammes



FIG. 3. — Vue extérieure de l'usine élévatrice et du réservoir d'arrosage du champ de courses du Tremblay.

de gaz sont munies de coudes à tampons permettant leur visite et leur nettoyage; malgré l'épuration subie par le gaz, l'emploi de combustibles comme ceux d'Anzin ou de La Péronnière (Loire), dont la teneur en matières volatiles est élevée, rend ce nettoyage nécessaire de temps à autre.

Chaque moteur a un cylindre horizontal de 0^m 254 de diamètre et 0^m 535 de course; il tourne à 250 tours. Le cycle est à quatre temps;

de charbon maigre d'Anzin (ne contenant pas plus de 10 % de cendres) par cheval-heure effectif.

Les essais officiels de réception, dirigés par M. Aimé Witz, professeur à la Faculté libre des Sciences de Lille, ont démontré que les moteurs pouvaient développer 25 chevaux, et que la consommation était d'environ 0^{kg} 450. Rapportée à 1 kilogr. de charbon consommé, la quantité d'eau élevée dans le réservoir a été de 10 230 litres; le débit prévu a également été dépassé.

A. C.

MÉTALLURGIE

ACIERS SPÉCIAUX EMPLOYÉS EN FRANCE dans la construction des automobiles ⁽¹⁾.

La construction automobile est une des industries qui, en ces dernières années, ont exercé le plus d'influence sur la métallurgie des aciers spéciaux.

Cette influence s'explique, non seulement par le grand essor de cette industrie, mais aussi par la différence marquée qui existe entre le prix de revient et le prix de vente du produit fabriqué, par les lourdes responsabilités qui incombent au constructeur, par les efforts excessifs auxquels les métaux sont soumis, et enfin par la grande légèreté qui est une des qualités essentielles de la construction automobile. Ces conditions ont contribué à faire de cette industrie une des plus exigeantes au point de vue de la qualité et des propriétés spéciales des métaux dont elle fait usage. Aussi, les principales maisons de construction se sont-elles entourées de toutes les précautions que les progrès les plus récents de la science peuvent dicter pour l'admission des matières premières, pour étudier les produits nouvellement lancés sur le marché, et même pour inspirer leur fabrication.

Nous nous proposons d'indiquer ici les principaux aciers spéciaux actuellement employés dans l'industrie automobile. On peut diviser ces aciers en deux groupes : aciers ternaires, alliages de fer, de carbone et d'un troisième élément; et aciers quaternaires, alliages de fer, de carbone et de deux autres éléments.

Les principaux aciers ternaires employés sont : les aciers au nickel, les aciers au chrome, et les aciers au silicium; ces derniers vendus souvent sous le titre d'aciers mangano-siliceux.

Les principaux aciers quaternaires sont : les aciers au chrome-nickel et certains aciers dont la composition n'a pas été divulguée.

Nous ne traiterons que des aciers employés effectivement dans la construction de l'automobile même, et non pas de ceux qui sont employés dans les fabriques d'automobiles. Nous laisserons donc entièrement de côté la question des aciers à outils, bien que les aciers à coupe rapide aient été adoptés presque immédiatement partout, même dans les plus petits ateliers.

Aciers ternaires. — ACIERS AU NICKEL. — Les aciers au nickel utilisés dans la construction des automobiles ont été divisés, d'une manière générale, en trois catégories distinctes : 1^o aciers à basse teneur de nickel (1 à 6 %); 2^o aciers à teneur moyenne de nickel (10 à 18 %); 3^o aciers à haute teneur de nickel (25 à 36 %).

Il convient ici de faire une observation. Nous avons établi ⁽¹⁾ que la constitution et les propriétés mécaniques des aciers au nickel dépendent essentiellement de la somme C + Ni; or, en général, l'industrie ne désigne un acier au nickel que par son pourcentage de nickel; il est nécessaire, pour préciser, d'ajouter à cette dénomination la teneur en carbone. Les aciers à haute teneur en carbone (au-dessus de 0,6 %) ne sont d'ailleurs utilisés que lorsqu'ils contiennent un pourcentage élevé de nickel. La classification rationnelle est la suivante :

Aciers à basse teneur de nickel (de 1 à 6 %) et à très basse teneur de carbone (0,10 à 0,25 %);

Aciers à basse teneur de nickel (1 à 6 %) et à moyenne teneur de carbone (0,25 à 0,40 %);

Aciers à moyenne teneur de nickel (10 à 18 %) et à moyenne teneur de carbone (0,20 à 0,25 %);

Aciers à haute teneur de nickel (30 à 36 %) et à basse teneur de carbone (0,12 à 0,20 %);

Aciers à haute teneur de nickel (20 à 30 %) et à haute teneur de carbone (0,600 à 0,800 %).

Nous examinerons successivement les propriétés et applications de ces différents aciers.

⁽¹⁾ Résumé d'une communication faite au meeting de l'Iron and Steel Institute, à Sheffield, le 27 septembre 1903.

⁽¹⁾ Bulletin de la Société d'Encouragement, mai et août 1903. Aciers spéciaux. Vol. I, et Génie Civil, t. XLIII, n^{os} 4, 2, 3 et 9.

Aciers à basse teneur de nickel (4 à 6 %) et à très basse teneur de carbone (0,10 à 0,25 %). — Ces aciers sont employés à la place des aciers de cémentation ordinaires. Comme on le sait, l'opération de la cémentation consiste essentiellement à mettre un acier dans un milieu capable de lui fournir du carbone à une température convenable; au bout d'un temps suffisant, on obtient une pièce d'acier dont l'intérieur a le même pourcentage de carbone qu'avant la cémentation, mais dont l'extérieur a un pourcentage beaucoup plus élevé (0,80 à 1,0 %).

Si l'on refroidit brusquement une pareille pièce, et si l'opération a été régulièrement effectuée, on obtient une dureté minéralogique très élevée à la surface, alors que le centre de la pièce reste non fragile. On emploie généralement, pour la cémentation, des aciers contenant 0,10 à 0,25 % de carbone. Nous avons montré (1) de quelle manière agissent les différents facteurs : la nature de l'acier, celle de la substance carburante, la durée et la température du chauffage. Depuis peu, nous avons fait des expériences nouvelles, qui nous ont conduit aux conclusions suivantes :

Afin d'éviter toute fragilité à l'intérieur et à l'extérieur de la pièce, et afin d'obtenir un degré élevé de dureté superficielle, ainsi qu'une carburation très régulière, il est nécessaire :

1° D'employer un acier contenant moins de 0,12 % de carbone, avec un bas pourcentage de manganèse (moins de 0,30 %);

2° De cémenter avec une matière chimiquement définie, telle qu'un mélange de 60 parties de charbon de bois et 40 parties de carbonate de baryum, à une température variant entre 850 et 1050 degrés (plus la température est élevée, plus la cémentation est rapide); après l'opération, faire refroidir exactement jusqu'au-dessous du point de transformation, environ 600 degrés;

3° De réchauffer la pièce et de la tremper à 900 degrés, soit juste au-dessous du point de transformation du centre, cette opération ayant pour effet de rendre le centre fibreux; car, après la chauffe, il est à grains grossiers, mais après la trempe, la surface n'est plus fragile;

4° Refroidir une seconde fois à 800 degrés, c'est-à-dire au-dessus du point de transformation de l'extérieur, pour rendre la surface non fragile.

M. Le Chatelier avait déjà recommandé le traitement suivant après cémentation, savoir : réchauffage à 900 degrés et trempe à 800 degrés. La double trempe, dans les conditions que nous avons indiquées ci-dessus, conduit à une amélioration beaucoup plus sensible.

En tous cas, les méthodes permettant d'obtenir, avec de l'acier à basse teneur de carbone, des pièces cémentées qui ne sont pas fragiles, sont excessivement délicates.

Nous avons cherché, en 1902, à remédier à cet état de choses, en employant des aciers spéciaux. A cet effet une série d'aciers à très basse teneur de carbone, contenant des proportions croissantes de différents éléments, tels que nickel, chrome et manganèse, ont été soumis à la cémentation dans des conditions identiques. Après l'opération, les aciers ordinaires ont été divisés en trois lots. Un lot a été simplement trempé en le retirant de la boîte de cémentation, à 800 degrés : c'est la méthode la plus généralement employée. Un deuxième lot a été refroidi après carburation, réchauffé à 800 degrés et trempé. Le troisième lot a subi la double trempe dont il vient d'être parlé.

Quant aux aciers spéciaux, ils ont été soumis à une seule trempe, à la température de 800 degrés. En réalité, on ne cherchait qu'à simplifier l'opération telle qu'elle est pratiquée avec les aciers au carbone ordinaires, et il n'était pas nécessaire de déterminer l'effet de la double trempe sur ces aciers spéciaux. Le tableau suivant donne les résultats obtenus : après cémentation et trempe, la couche durcie a été enlevée en entier, et l'on a pris des éprouvettes dans le centre de la pièce en vue des essais au choc sur barres entaillées par la méthode de Fremont.

Essais au choc sur barres entaillées prises dans les centres de barres cémentées de divers aciers (moyenne de 15 essais) en kilogrammètres.

ACIERS A 0,10 % CARBONE				ACIERS AU NICKEL (Carbone = 0,12)					
CEMENTE				Ni = 1 %		Ni = 2 %		Ni = 5 %	
Recuit 900° et trempe à 800°	Trempe à 800° sans refroidissement	Trempe à 800° après refroidissement	Avant subit double trempe 900° à 800°	Recuit	Cémente et trempe	Recuit	Cémente et trempe	Recuit	Cémente et trempe
26	0 à 3	3 à 5	26	34	12	36	29	28	23
ACIERS AU MANGANESE (Carbone = 0,12)				ACIERS AU CHROME (Carbone = 0,12)					
Mn = 0,5 %		Mn = 1,2 %		Cr = 0,5 %		Cr = 1,3 %		Cr = 2,3 %	
Recuit et trempe	Recuit	Recuit et trempe	Recuit et trempe	Recuit	Cémente et trempe	Recuit	Cémente et trempe	Recuit	Cémente et trempe
36	10	32	24	32	8 à 10	26	2 à 6	20	0 à 5

(1) Mémoire présenté, en juillet 1903, à la Société des Ingénieurs civils de France. Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 42, p. 490.

Ce tableau montre les avantages considérables que présentent les aciers au nickel, alors que les aciers au manganèse et au chrome n'en présentent aucun au point de vue de la cémentation. Pour les aciers au nickel, on voit que la proportion de ce métal doit être de 2 % si l'on veut obtenir le maximum de non-fragilité, et que, en trempant une seule fois à 800 degrés, on peut obtenir des résultats au moins équivalents à ceux obtenus en trempant deux fois l'acier au carbone ordinaire.

Au point de vue industriel, cet avantage est considérable, non seulement en raison de l'économie de temps, mais surtout en raison de ce fait, que la double trempe entraîne une déformation assez grande des pièces.

L'emploi de l'acier à basses teneurs de carbone et de nickel est devenu général dans l'industrie de l'automobile. Ordinairement, ces aciers renferment 0,10 à 0,15 % de carbone et 1,5 à 2,0 % de nickel. Toutefois, plusieurs aciéries ont adopté un acier à teneur un peu plus élevée de nickel, renfermant de 5 à 6 %; un pareil acier possède une résistance à la traction et une limite élastique manifestement plus grandes que l'acier à basse teneur, mais il est aussi plus coûteux.

Pour les aciers du premier type, à très basse teneur, on a :

$$R^{(1)} = 40,6 \text{ à } 45,5; \quad E = 26,8 \text{ à } 30,8; \quad A = 30 \text{ à } 34 \%,$$

pour ceux du deuxième type, on a :

$$R = 45,5 \text{ à } 52,0; \quad E = 32,5 \text{ à } 41,4; \quad A = 28 \text{ à } 32 \%.$$

Nous devons faire remarquer que ces aciers ont un inconvénient qui les a fait abandonner dans certaines usines. Ils présentent souvent des pailles, défaut commun à tous les aciers à très basse teneur de carbone et accentué par l'addition de nickel; de même, à l'origine de leur fabrication, on rencontrait de nombreux spécimens décelant de l'hétérogénéité, mais, depuis, les aciéries ont triomphé facilement de ce dernier défaut.

Les aciers au nickel peuvent, par simple cémentation, acquérir les mêmes propriétés que par la cémentation suivie de trempe.

Nous avons montré (2) que, au point de vue de la microstructure, les aciers au nickel peuvent se diviser en trois classes bien définies : aciers perlitiques, aciers martensitiques et aciers à fer γ ; qu'il y a une relation intime entre la constitution et les propriétés mécaniques d'un acier, et que le passage d'un groupe à un autre dépend essentiellement de la somme C + Ni. En combinant ces résultats, on peut tracer le diagramme de la figure 1 obtenu en portant le pourcentage de carbone en abscisses et celui de nickel en ordonnées.

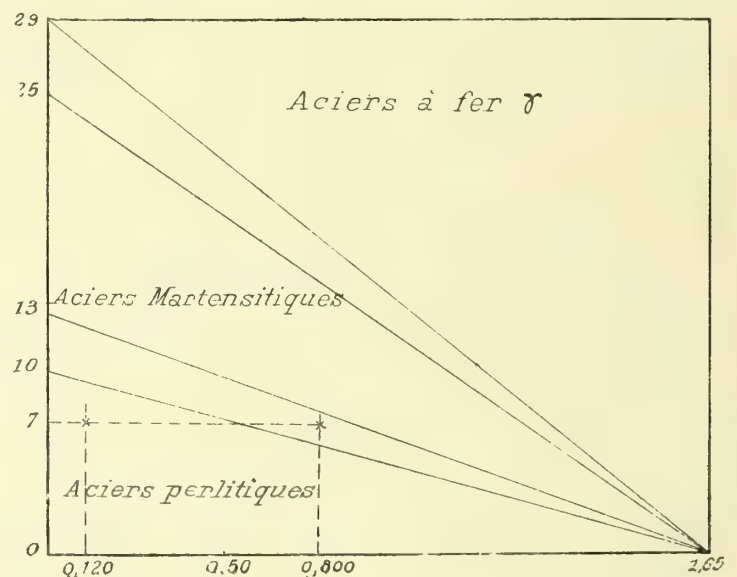


FIG. 1. — Diagramme des aciers au nickel.

On peut distinguer, au moyen de ce diagramme, trois zones, correspondant aux trois constituants et aux zones de transformation.

Rappelons que la martensite est caractéristique d'un acier trempé à température convenable. Si nous prenons un acier à 0,12 % de carbone et à 7 % de nickel, il est perlitique; si on lui fait subir la cémentation, de manière que l'extérieur contienne 0,90 à 1,0 % de carbone, cette zone sera formée de martensite, et, par conséquent, aura la même structure qu'un acier cémenté trempé. Donc, en parlant d'un acier contenant 7 % de nickel et 0,12 % de carbone, il est possible, rien que par simple cémentation, d'obtenir les mêmes résultats que par cémentation suivie de trempe.

(1) R, résistance de rupture à la traction; E, coefficient d'élasticité; A, allongement %.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 4, p. 40.

Ce procédé a été breveté par la maison de Dion-Bouton. En observant les précautions nécessaires, et notamment en recuisant l'acier, après dégrossissage, pour détruire l'écrouissage, et en prenant soin de faire refroidir les pièces cémentées aussi lentement que possible, on peut éviter tous les ennuis qui accompagnent la trempe et, par conséquent, toutes les opérations qui s'ensuivent, comme le dressage, la rectification, etc.

Cet acier possède certaines propriétés mécaniques très intéressantes à l'état de recuit, propriétés qui ne sont pas modifiées par la cémentation. Ses caractéristiques mécaniques sont :

$$R = 56,8 \text{ à } 61,7; \quad E = 41,4 \text{ à } 46,3; \quad A = 30 \text{ à } 25 \text{ } \%$$

Les pièces d'automobile qui sont le plus habituellement cémentées sont : toutes les pièces qui ont à subir des frottements et ne doivent pas supporter de chocs violents.

Aciers à basse teneur de nickel (1 à 6 %) et à moyenne teneur de carbone (0,25 à 0,4 %). — Ces aciers sont généralement employés pour les arbres, les axes et les coussinets.

Les principaux types sont :

1^o Acier au nickel employé ordinairement pour les pièces de canon en France; composition : C = 0,3 à 0,4 %; Ni = 1 à 2 %.

Il donne :

$$R = 51,7 \text{ à } 61,7; \quad E = 32,5 \text{ à } 39,0; \quad A = 27 \text{ à } 20 \text{ } \%$$

Trempe à 800 degrés et recuit à 500 degrés, il donne :

$$R = 72,3 \text{ à } 92,4; \quad E = 56,8 \text{ à } 73,3; \quad A = 16 \text{ à } 12 \text{ } \%$$

2^o Deuxième type, de composition : C = 0,20 à 0,52 %; Ni = 3,25 à 3,50 %.

Il donne :

$$R = 56,8 \text{ à } 66,5; \quad E = 34,9 \text{ à } 32,5; \quad A = 25 \text{ à } 20 \text{ } \%$$

Trempe à 800 degrés et recuit à 500 degrés, il donne :

$$R = 54,8 \text{ à } 67,0; \quad E = 68,2 \text{ à } 88,5; \quad A = 11 \text{ à } 14 \text{ } \%$$

3^o Troisième type, de composition : C = 0,20 %; Ni = 5 à 6 %.

Après recuit à 900 degrés et refroidissement lent, il donne :

$$R = 61,6 \text{ à } 72,3; \quad E = 38,9 \text{ à } 43,0; \quad A = 25 \text{ à } 20 \text{ } \%$$

Les propriétés de cet acier sont profondément modifiées par la trempe. Trempe dans l'eau à une température de 850 degrés, il donne :

$$R = 113,7 \text{ à } 138,1; \quad E = 97,5 \text{ à } 113,7; \quad A = 6 \text{ à } 10 \text{ } \%$$

Tous les aciers au nickel dont il a été fait mention sont des aciers perlitiques, c'est-à-dire qu'ils ont la même structure que les aciers au carbone ordinaires; d'après les recherches qui ont été faites à leur sujet, le fer semblerait y être en solution dans le nickel.

Les avantages que ces aciers présentent sur les aciers ordinaires au nickel sont les suivants : une grande homogénéité, un coefficient de rupture à la traction plus élevé, une limite élastique dépassant d'autant plus celle de l'acier au carbone ordinaire que le pourcentage de nickel présent est plus élevé; un allongement élevé, une résistance au choc remarquable (chiffre de Fremont 20 à 45 kilogrammètres), enfin une augmentation importante de la résistance à la traction quand on les refroidit brusquement dans l'eau.

Aciers à teneur moyenne de nickel (10 à 18 %). — Ces aciers ont une teneur moyenne de 0,20 à 0,30 % en carbone. Nous avons montré que tous ces aciers sont martensitiques, c'est-à-dire qu'ils sont très difficiles à travailler, à forger, etc.; leur emploi présente donc de sérieux inconvénients, aussi ont-ils été presque entièrement abandonnés. Pourtant, une importante usine française continue à fabriquer un acier au nickel contenant 16 à 18 % de nickel; cet acier donne :

$$R = 103,2 \text{ à } 104,4; \quad E = 95,0 \text{ à } 97,5; \quad A = 6 \text{ à } 8 \text{ } \%$$

Les aciers au nickel renfermant plus de 15 % de nickel et plus de 0,25 % de carbone s'adoucissent légèrement sous l'action d'un recuit prolongé dans le voisinage de 600 degrés et peuvent reprendre leur dureté par une trempe à l'air aux environs de 800 degrés.

Aciers à haute teneur de nickel (32 à 36 %) et à basse teneur de carbone (0,12 à 0,20 %). — Ces produits ont trouvé dans l'industrie automobile une importante application dans la construction des soupapes; ils renferment au moins 32 % de nickel; avec un pourcentage plus bas, ils seraient susceptibles de subir les transformations les plus fâcheuses que nous signalons plus loin. Ces aciers à haute teneur de nickel sont des aciers contenant du fer γ ; leurs propriétés caractéristiques sont une basse limite élastique, un grand allongement et un haut degré de résistance au choc; en outre, ils ne s'oxydent point. Ces aciers donnent :

$$R = 61,7 \text{ à } 72,3; \quad E = 30,8 \text{ à } 41,4; \quad A = 40 \text{ à } 30 \text{ } \%$$

Les épreuves au choc sur des barres entaillées donnent 45 à 49 kilogrammètres. La trempe les adoucit sensiblement comme elle

le fait également pour tous les aciers contenant du fer γ . A la trempe, ils donnent :

$$R = 53,5 \text{ à } 61,7; \quad E = 22,7 \text{ à } 30,8; \quad A = 50 \text{ à } 40 \text{ } \%$$

Ces aciers ont fait l'objet d'une étude très importante de M. Guillaume qui, entre autres choses, a montré que l'acier contenant 36 % de nickel possède un coefficient de dilatation excessivement faible entre les températures de 0 à 350 degrés, ce qui rend ses applications extrêmement nombreuses.

Aciers à haute teneur de nickel (25 à 30 %) et à haute teneur de carbone (0,60 à 0,80 %). — Ces aciers ont été employés pour faire des arbres à vilebrequins, des soupapes. Ils ont pourtant des inconvénients sérieux résultant d'abord de ce que ce sont des aciers à fer γ ; ils ont, par suite, des limites élastiques basses. En outre, ils subissent au cours des différentes opérations (écrouissage, recuit, trempe) qui se présentent fréquemment dans la pratique, des transformations intermoléculaires très marquées : le fer γ est transformé en martensite; c'est le cas notamment des soupapes qui sont soumises à des températures assez élevées.

Acier à 0,80 % de carbone et à 25 % de nickel.

	RÉSISTANCE à la traction	LIMITE élastique	ALLONGEMENT	ESSAI au choc
			%	kgm
Recuit 10 minutes à 900 degrés	74,3	40,2	33	35
Recuit 1 heure à 900 degrés	87,7	49,8	40	12
Recuit 4 heures à 900 degrés	93,1	53,6	6	8
Forgé et recuit 10 minutes à 900 degrés .	90,6	53,5	41,5	10
Refroidi à — 180 et réchauffé à 20 degrés.	99,1	62,5	8	8

La plupart des aciéries ont à peu près abandonné la fabrication de ces aciers qui sont d'ailleurs très coûteux.

Les transformations indiquées ci-dessus se présentent dans les premiers aciers à fer γ de chaque série, la série étant caractérisée par le pourcentage de carbone. Les pourcentages de nickel entre lesquels ces transformations peuvent se présenter concurremment sont d'autant plus éloignés que le pourcentage de carbone est plus bas. Ainsi, pour les aciers à 0,12 % de carbone, ceux susceptibles d'être transformés renferment de 27 à 30 % de nickel, tandis que pour 0,80 % de carbone, les aciers pouvant subir des transformations analogues sont ceux qui renferment 15 à 27 % de nickel. Dans ce dernier cas, la zone est beaucoup plus étendue.

ACIERS AU CHROME. — Les seuls aciers au chrome employés dans l'industrie automobile servent à la fabrication des cuvettes. Ces aciers contiennent d'ordinaire 1 à 1,2 % de carbone avec 1 à 2,5 % de chrome; ils subissent, avant d'être utilisés, l'opération de la trempe. Il est à noter que, s'ils sont trempés à l'eau, ils *tapent* très souvent; d'autre part, la trempe à l'huile ne les durcit pas suffisamment. On peut remédier à ces inconvénients en leur faisant subir une double trempe à 800 puis à 850 degrés, la première à l'huile et la deuxième à l'eau. Dans ces conditions, on évite les fissures. L'explication théorique de cette amélioration n'est pas encore connue.

ACIERS AU SILICIUM. — Les aciers au silicium sont souvent vendus sous le nom d'aciers mangano-siliceux, alors même qu'ils ne renferment que de faibles quantités de manganèse; leur usage est très répandu dans l'industrie de l'automobile; au début, ils n'étaient guère employés que pour la fabrication des ressorts; actuellement, ils sont surtout utilisés pour les engrenages.

Les aciers au silicium possèdent d'ordinaire une composition variant entre les limites suivantes : C = 0,30 à 0,70 %; Si = 2,5 à 0,80 %; Mn = 0,35 à 0,70 %.

Leur composition centésimale est très variable et il convient de noter que les proportions de carbone et de silicium varient en sens inverse.

Les deux types les plus fréquemment employés en France sont :

1^o Premier type, de composition : C = 0,45 à 0,55 %; Si = 1,5 à 1,1 %;

2^o Deuxième type, de composition : C = 0,65 à 0,70 %; Si = 0,90 à 0,80 %; c'est le plus fréquemment employé; il donne :

Recuit à 900 degrés :

$$R = 77,2 \text{ à } 87,7; \quad E = 47,0 \text{ à } 52,0; \quad A = 14 \text{ à } 18 \text{ } \%$$

Trempe à 900 degrés :

$$R = 154,4; \quad E = 154,2; \quad A = 0 \text{ à } 2 \text{ } \%$$

Trempe dans l'eau et réchauffé à 500 degrés :

$$R = 154,4 \text{ à } 138,1; \quad E = 102,4 \text{ à } 108,9; \quad A = 12 \text{ à } 5 \text{ } \%$$

Les épreuves au choc sur barres entaillées ont donné, dans le sens du laminage, 5 à 7 et, transversalement, 0,0 à 2,0.

Le point faible des aciers au silicium est évidemment leur extrême

fragilité dans le sens perpendiculaire au plan de laminage; ils sont en outre très sensibles au traitement à chaud : une variation très faible dans la température de recuit, de 25 degrés seulement, entraîne d'importantes variations dans les propriétés mécaniques.

Etant donnés ces inconvénients, il est assez surprenant qu'ils aient trouvé un emploi aussi général pour les engrenages. Cela tient à ce que, d'une part, leur dureté superficielle est, après traitement convenable, suffisamment élevée pour empêcher le métal de s'étendre et, d'autre part, à ce que la fragilité ne peut pas être très grande si l'on part surtout de spécimens forgés. L'acier est pourtant un métal qui demande un traitement à chaud excessivement soigné, ce qui explique les difficultés qu'ont rencontrées certaines usines insuffisamment outillées pour la trempe et le recuit.

ACIERS AU TUNGSTÈNE. — On a essayé, en France notamment, de substituer le tungstène au silicium dans l'acier à ressorts; il ne semble pas que l'amélioration obtenue soit très marquée; évidemment la fragilité en travers a été diminuée, mais cet avantage n'est pas très appréciable quand il s'agit de ressorts, d'autant plus qu'il est payé par une augmentation notable du prix de revient et de la fragilité dans le sens du laminage. La composition moyenne de l'acier employé est : C = 0,47 %; Mn = 0,22 %; Tu = 0,60 %.

Recuit à 900 degrés et lentement refroidi cet acier donne :

R = 82,9; E = 61,9; A = 14 %.

Trempe à 850 degrés et réchauffé à 850 degrés, il donne :

R = 146,3; E = 103,2; A = 0 à 7 %.

AUTRES ACIERS TERNAIRES. — Tels sont les aciers ternaires employés actuellement dans l'industrie automobile. Parmi les autres qui ont été étudiés nous ne voyons guère que l'acier au vanadium (1) dont l'avenir soit plein de promesses.

Aciers quaternaires. — **ACIERS CHROME-NICKEL.** — Ces aciers sont, avec les aciers au nickel, ceux qui ont reçu le plus d'applications. Les avantages que présentent les aciers au nickel se retrouvent d'ailleurs dans les aciers chrome-nickel. La propriété caractéristique que procure le chrome est l'augmentation de dureté minéralogique après trempe. Dans beaucoup de cas, cette dureté a une grande importance, surtout dans le cas de pièces soumises au frottement telles que axes et engrenages.

Les types les plus ordinaires sont :

Aciers à basse teneur de nickel. — 1° Premier type, de composition : C = 0,25 à 0,45 %; Ni = 2,5 à 2,75 %; Cr = 0,275 à 0,60 %.

En faisant un recuit à 900 degrés et en refroidissant lentement on obtient :

R = 57,7 à 77,5; E = 36,5 à 51,6; A = 15 à 25 %.

Trempe à 850 degrés et réchauffé à 350 degrés, il donne :

R = 82,5 à 113,8; E = 61,7 à 103,2; A = 8 à 12 %.

La caractéristique de cet acier, après ce traitement, est de posséder un certain degré de dureté, d'être exempt de fragilité et d'avoir une limite élastique très élevée, ce qui permet de l'employer sans cémentation dans un certain nombre de cas.

2° Deuxième type, de composition : C = 0,25 à 0,45 %; Ni = 5 à 6 %; Cr = 0,5 à 1 %.

Après recuit à 900 degrés et refroidissement lent, il donne :

R = 67,8 à 89,8; E = 56,8 à 75,7; A = 25 à 20 %.

Trempe à l'eau et revenu, il donne :

R = 82,4 à 129,2; E = 67,4 à 113,7; A = 18 à 11 %.

Il est employé spécialement pour les arbres et les engrenages.

Il est à remarquer que les propriétés mécaniques de cet acier sont grandement améliorées par la trempe à l'air à 850 degrés.

Aciers à moyenne teneur de nickel. — Ces aciers ont été préparés avec une teneur de 10 à 12 % de nickel et renferment un peu de chrome, mais ils ont été presque entièrement abandonnés; les raisons de cet abandon sont les mêmes que celles qui ont été indiquées pour les aciers à teneur moyenne en nickel.

Le type qui a été le plus usité correspond exactement à la composition suivante : C = 0,30 à 0,35 %; Ni = 10 à 12 %; Cr = 0,80 à 1 %, il donne :

R = 123,9 à 104,0; E = 87,7 à 104,0; A = 0 à 1 %.

Aciers à haute teneur de nickel. — Le type le plus généralement répandu correspond à la composition suivante : C = 0,55 à 0,75 %; Ni = 21 à 23 %; Cr = 1,5 à 2,5 %.

C'est un acier à fer γ , offrant, par conséquent, des inconvénients.

Il est assez difficile à travailler et il a une basse limite élastique,

mais il a aussi des qualités de grande résistance au choc et à l'usure. Cet acier donne :

R = 67,4 à 82,4; E = 27,6 à 35,7; A = 50 à 70 %.

Il s'adoucit quand on le refroidit brusquement. On l'a beaucoup employé pour les axes d'automobiles, les soupapes, etc.

Son prix élevé ainsi que sa tendance à subir dans certaines circonstances, telles qu'échauffement et choc, une transformation analogue à celle que nous avons déjà indiquée, ont restreint ses emplois.

AUTRES ACIERS QUATERNAIRES. — On peut mentionner ici un acier récemment découvert par la Société Commentry-Fourchambault qui le prépare aux usines d'Imphy et le livre au commerce sous la marque NY; sa composition est secrète; ses caractéristiques sont les suivantes.

Recuit au rouge cerise à 900 degrés, il donne :

R = 51,6 à 56,8; E = 41,6 à 45,5; A = 30 à 25 %.

Trempe à 900 degrés et non recuit, il donne :

R = 134,1 à 144,6; E = 118,6 à 144,4 %; A = 10 à 8 %.

On voit ainsi que cet acier présente avant trempe toutes les propriétés d'un acier demi-dur; il se travaille de la même façon. Après trempe à 850 degrés sans revenu, c'est-à-dire après un traitement excessivement simple, il possède toutes les propriétés si hautement appréciées des aciers au silicium brusquement refroidis et réchauffés. Il possède sur ces aciers le grand avantage de ne pas exiger de réchauffement et surtout de ne pas avoir de fragilité perpendiculairement au plan de laminage. L'industrie automobile emploie déjà couramment cet acier; on s'en sert actuellement pour les arbres à vilebrequins et les engrenages.

Conclusions. — On voit que les aciers spéciaux actuellement utilisés en France pour la construction des automobiles, peuvent être classés comme suit :

1° Aciers à basse teneur de carbone et nickel : aciers perlitiques qui sont utilisés pour les parties exigeant la cémentation et la trempe;

2° Aciers à teneur moyenne de carbone et à faible teneur de nickel, employés après trempe et revenu pour un grand nombre de pièces : arbres, engrenages, pignons, etc.;

3° Aciers à basse teneur de carbone et à haute teneur de nickel, employés pour les soupapes;

4° Aciers au chrome à teneur élevée de carbone et à basse teneur de chrome, employés pour les cuvettes;

5° Aciers au silicium utilisés pour les ressorts et les engrenages;

6° Aciers chrome-nickel à basses teneurs de nickel et de chrome, employés pour les pièces si nombreuses qui exigent la résistance au choc et un certain degré de dureté;

7° Un nouvel acier désigné par la marque NY et dont la composition n'est pas divulguée.

Léon GUILLET,
Docteur ès Sciences,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

AGRICULTURE

L'AGRICULTURE A L'EXPOSITION DE LIÈGE 1905

(Suite 1.)

Section belge. — **BÂTIMENTS RURAUX.** — L'insuffisance des bâtiments ruraux est un mal à peu près universel auquel il est difficile de remédier, par la raison que ces bâtiments coûtent cher et immobilisent un capital improductif toujours fort élevé. On se contente donc, en général, des anciens bâtiments, en réduisant au minimum les frais d'entretien, et en en reculant le plus possible la modification ou le remplacement.

Il est bien certain que les dispositions d'ensemble des bâtiments qui existent encore aujourd'hui, et qui ont été assez généralement adoptées dans une région déterminée pour constituer un type de construction rurale, ont été justifiées par des conditions économiques, culturelles, climatiques, sociales, etc., déterminées. Mais, à l'heure actuelle, la transformation profonde des conditions sociales et économiques, qui a eu une influence considérable sur les méthodes culturelles, fait apparaître d'une façon souvent trop manifeste l'insuffisance de la plupart des constructions rurales, à de multiples points de vue : commodité, salubrité, sécurité même, et appropriation à la destination.

Anciennement, le bétail n'occupait qu'une place secondaire dans les spéculations agricoles, et les céréales représentaient à la fois le premier besoin et la première ressource du cultivateur; aussi, tout était-il disposé en vue de la production et de la conservation des céréales. C'est ainsi qu'on édifiait, à grands frais, de vastes granges

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 40, p. 448, et n° 41, p. 465.

(4) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 22, p. 358.

pour l'emmagasinement des récoltes, tandis que les bâtiments des animaux étaient construits de façon aussi économique que possible. Mais, de nos jours, la concurrence des pays neufs a beaucoup réduit l'intérêt qui s'attachait à la culture des céréales alimentaires; c'est même souvent par un système compliqué de taxes à l'importation qu'on parvient, tant bien que mal, à maintenir la production nationale au niveau de la consommation. Les pays neutres qui, par leur situation politique, n'ont pas à craindre d'être jamais privés de blé en cas de conflit armé, considèrent qu'il est plus avantageux pour eux de renoncer à une lutte active contre les pays neufs et commencent à s'engager résolument dans les spéculations animales. Tel est, en particulier, le cas de la Belgique.

Toutes les nations européennes ont d'ailleurs compris la nécessité d'industrialiser l'agriculture et de limiter les genres de productions aux pays qui y sont particulièrement propres, le mot pays ayant ici sa signification ancienne, toujours conservée du reste dans nos campagnes, de région bien définie par la nature géologique de son sol et par le mode de culture qu'on y pratique. Partout aussi, on reconnaît le bénéfice que procure l'exploitation des animaux, si l'on a soin d'améliorer le bétail, d'en hâter la croissance, d'en augmenter le rendement. On obtient ces résultats par plusieurs procédés, sur lesquels nous ne pouvons donner ici les moindres détails, mais qui, s'ils offrent l'avantage de conduire au résultat désiré, présentent aussi l'inconvénient de donner des animaux moins résistants, beaucoup plus exposés aux maladies que leurs ancêtres non améliorés, et pour lesquels il devient obligatoire de prendre certaines précautions hygiéniques, dont on ne soupçonnait même pas l'utilité lors de la construction des seuls locaux où l'on peut encore les abriter.

Le service belge des Agronomes de l'État s'efforce, depuis plusieurs années, de remédier à cet état de choses. Les principaux moyens qu'il emploie pour atteindre ce but sont de trois sortes :

1^o Signaler les défauts existants et indiquer les améliorations possibles, dans des monographies que le service rédige pour chaque circonscription;

2^o Organiser des concours d'étables et de fermes, dans le but d'inciter à la fois le propriétaire et le fermier à réaliser les améliorations les plus urgentes;

3^o Instituer des concours de plans de fermes, obligeant leurs auteurs à appliquer aux constructions rurales les principes de l'hygiène et à approprier les bâtiments à leur destination.

Les membres de la classe 33 ont profité de l'Exposition de Liège pour attirer l'attention des intéressés sur les progrès à réaliser dans l'édification et la disposition des constructions rurales; ils se sont constitués en Société coopérative et, en réunissant en commun les différents matériaux, les machines, les objets mobiliers, etc., fabriqués par chacun d'eux, ils ont construit et outillé une ferme, qu'ils ont désignée sous le nom de *ferme démonstrative*, et dont nous avons déjà signalé l'existence à propos de l'école ménagère qui y est installée.

La figure 1, qui donne une vue d'ensemble de ce bâtiment, prise du côté de l'habitation du fermier, représente l'édifice tel qu'il a été construit; au contraire, les figures 2, 3 et 4 le représentent en élévation et en plan, tel qu'on l'aurait construit si l'on ne s'était pas cru obligé de sacrifier quelque peu la logique et les principes d'économie, qui doivent dominer dans toute entreprise rurale, aux exigences d'une exposition et à l'attrait extérieur, sans lequel la majeure partie du public ne se donne guère la peine d'examiner quoi que ce soit.

Le Comité d'organisation, dans lequel figurent MM. Dumont, sénateur, président de la classe 33, de Vuyst, Inspecteur de l'Agriculture, auteur du projet, Leplae, professeur de génie rural à l'Institut agricole de Louvain, Warnants, agronome de l'État, etc., estime, d'ailleurs, qu'il ne faut pas trop économiser sur la décoration de la maison d'habitation, non plus que sur les commodités qu'elle peut offrir; il pense que, pour combattre l'exode des populations rurales, il est indispensable de donner aux locaux habités par le personnel un aspect agréable et une distribution très commode, afin que le public

agricole ne soit pas perpétuellement tenté par le bien-être apparent qu'offrent les grandes villes.

Ferme démonstrative. — La ferme démonstrative n'est pas une ferme modèle; ce terme de ferme modèle n'a, d'ailleurs, aucune signification, puisque les procédés de construction et les dispositions intérieures doivent dépendre des matériaux qu'on trouve dans chaque localité, du nombre et de la nature des animaux et des instruments à abriter, ainsi que du mode d'exploitation adopté par l'occupant. Le Comité a donc dû se fixer un programme, et, afin de rendre la démonstration plus instructive, il s'est arrêté à une ferme à culture mixte, d'importance moyenne.

De temps presque immémorial, toutes les fermes de ce genre, aussi bien en Belgique qu'en France, affectent la forme d'un rectangle, dont la superficie varie avec l'étendue des terres, mais dans lequel la maison d'habitation occupe toujours le milieu d'un des côtés, de façon que le fermier puisse surveiller facilement tout ce qui se passe dans les étables, les écuries, les granges, etc., réparties sur les autres côtés. Cette disposition est assez commode pour le service, mais elle entraîne de nombreux inconvénients, dont les principaux sont, d'une part, la difficulté de donner aux bâtiments l'extension qui peut devenir nécessaire, d'autre part, la continuité de toutes les installations, qui sont exposées à disparaître toutes à la fois en cas d'incendie, l'obligation presque constante de disposer le tas de fumier au milieu de la cour, sous peine de rendre le service des fumiers à peu près impossible, etc.

On a donc abandonné la forme en rectangle, avec d'autant moins de regret, d'ailleurs, que la superficie mise à la disposition du Comité n'en aurait pas permis l'adoption, et les bâtiments ont été rangés en une seule file. Les précautions contre l'incendie auraient exigé que les différents corps fussent isolés les uns des autres; mais une telle disposition augmente beaucoup le prix de revient des bâtiments, surtout pour les petites et les moyennes exploitations, et rend le service plus pénible. On a tourné la difficulté en appliquant



Fig. 1. — Vue de la ferme démonstrative exposée à Liège.

de distance en distance, sur les cloisons transversales, des matières calorifuges qui réduisent le danger d'incendie. Il est bon, du reste, toutes les fois que cela est possible, d'orienter les bâtiments de façon que les vents dominants ne rabattent jamais la fumée des cheminées de la maison d'habitation sur le corps de ferme proprement dit; pour la Belgique, où les vents dominants soufflent du sud-ouest et du nord, il faudrait exposer la façade principale de l'habitation au midi.

Le logis comporte un rez-de-chaussée et un premier étage. Le rez-de-chaussée est surélevé de 0^m 60 au-dessus du sol, pour que les caves soient convenablement éclairées; il est divisé en quatre pièces : un salon A de 4^m 50 × 5 mètres, une salle à manger-bureau B, de 4 × 7 mètres, une cuisine C et une arrière-cuisine D; cette dernière pièce sert à remiser la batterie de cuisine, le petit matériel de nettoyage, les chaussures, etc.; elle renferme, en outre, dans la ferme qui a été réellement construite, le four et l'écumeuse centrifuge. La hauteur de plafond de tout ce rez-de-chaussée est de 3^m 50.

Le premier étage, haut de 3 mètres, est divisé en quatre pièces, dont trois chambres à coucher et un grenier pour tourteaux, farines, semences, etc. On accède à cet étage par un escalier E.

Les caves, situées au-dessous des pièces A et B, sont aménagées pour le travail du beurre et du fromage; elles sont dallées et cimentées; leurs parois et plafonds sont revêtus de calorifuges. Les deux autres caves abritent les provisions ordinaires nécessaires au fermier. L'escalier de la cave est placé au-dessous de celui de l'étage; la porte qui y donne accès est située dans la cuisine.

On peut remarquer, dans la pièce C, la fenêtre qui permet au fermier de surveiller, sans sortir, le hangar-couloir L.

Le corps de ferme annexé à la maison d'habitation a été étudié pour satisfaire à plusieurs conditions considérées comme primor-

diales, ce qui a conduit à adopter une disposition tout à fait particulière. On a voulu, avant tout, industrialiser la ferme et appliquer au service agricole les procédés qui, dans l'industrie, permettent d'économiser la main-d'œuvre : marche méthodique des opérations ; suppression des retours en arrière ou des croisements dans le trajet suivi par la matière au cours des transformations qu'elle subit ; surveillance facile. Mais on a cherché également à assurer, dans la limite du possible, le bien-être des ouvriers et à ne donner prise à aucune critique sous le rapport de l'hygiène de l'homme et des animaux.

Le bâtiment destiné à abriter les animaux, qui fait suite à la maison d'habitation, a été divisé en deux parties égales : l'une est occupée par les logements d'animaux, l'autre, L, sert à la fois de hangar et de couloir et est en communication avec l'extérieur par des portes charretières placées à ses deux extrémités.

Ce hangar-couloir est assez large pour que les voitures de service y puissent circuler ; il renferme, en outre, les machines propres à manipuler les matières alimentaires et joue, en somme, le même rôle que les ateliers de préparation des aliments destinés au bétail, dont les fermes bien organisées sont généralement pourvues. Mais il permet aussi de déposer à l'abri des souillures, en attendant le moment de leur manipulation ou de leur emploi, certaines matières, comme les fourrages verts, que, dans la plupart des cas, on laisse traîner dans les cours.

Les voitures, entrant par une porte et sortant par l'autre, amènent

peut le déterminer pour chaque région et pour chacune des catégories d'animaux.

L'espace compris entre la toiture et la partie supérieure du plafond des logements peut être utilisé comme grenier, et la disposition est assez recommandable si ce grenier ne reçoit que certaines matières alimentaires, comme les tourteaux, ou les grains conservés comme semence ; les plafonds étant étanches et complètement dépourvus de ces trous à foin qui sont la cause de tant d'accidents, il n'y a pas à craindre que les émanations des logements puissent imprégner les aliments. Mais il ne conviendrait pas d'y emmagasiner des fourrages, à cause des dangers d'incendie : le sauvetage des animaux par la cour de service R serait évidemment très facile, mais les flammes qui prendraient naissance dans ce grenier auraient bientôt envahi le couloir et communiqué l'incendie à la grange et à la maison d'habitation.

De tous les logements d'animaux, c'est l'étable qu'on a placée le plus près de l'habitation, disposition judicieuse quand ce sont les bovins qui forment la base des spéculations animales, ce qui a été admis dans le projet. Il est facile, du reste, de constater que c'est elle qui a la plus grande superficie. C'est la disposition en tête à tête qui a été adoptée, les animaux étant placés sur deux rangs perpendiculaires à l'axe du bâtiment, et les deux rangs étant eux-mêmes séparés par un couloir d'alimentation de 1 mètre de largeur. Les animaux occupent chacun une stalle, dont la largeur varie de 1^m 10 à 1^m 30, et la longueur de 1^m 90 à 2^m 50, suivant la taille des bovins ; le sol est formé

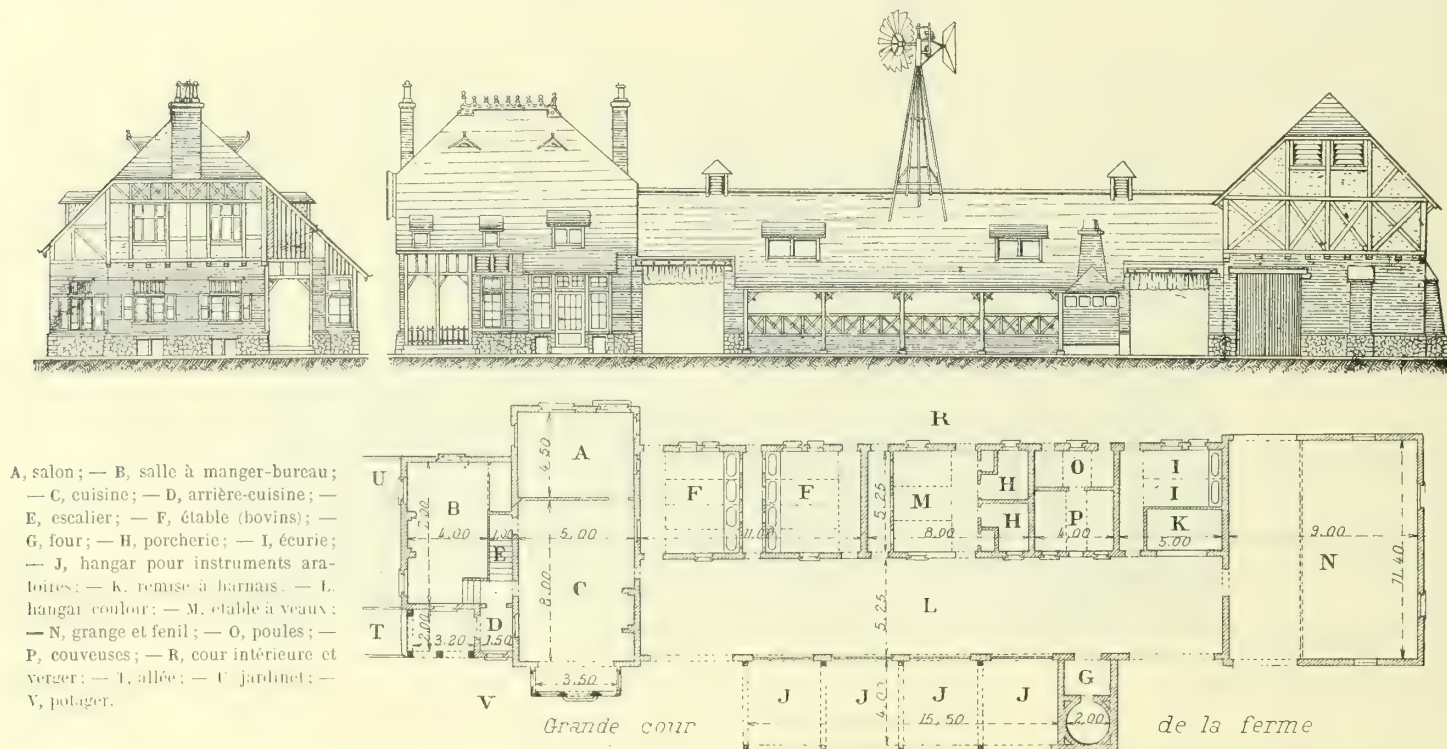


FIG. 2, 3 et 4. — Façades latérale et principale et plan de la ferme démonstrative.

sans difficultés et sans pertes de temps la nourriture à proximité des machines ou des points de consommation ; l'ouvrier, qui n'est pas exposé aux intempéries, peut la préparer à son aise et la délivrer commodément aux animaux, toutes conditions qui, si on y ajoute la surveillance rendue facile par la fenêtre de la cuisine qui s'ouvre sur le couloir-hangar, ne peuvent que le porter à soigner plus attentivement les animaux qui lui sont confiés ; il peut ainsi travailler, sans la moindre difficulté, avec la propreté si nécessaire pour la préparation des aliments.

Ajoutons qu'au moment du service d'alimentation les logements des animaux ne peuvent pas être envahis brusquement par l'air extérieur, chaud ou froid, puisque ce service s'effectue par des portes donnant sur le hangar-couloir, qui forme tambour et constitue en somme une importante réserve d'air dont la température est intermédiaire entre celle des logements et celle de l'extérieur.

La hauteur de plafond adoptée pour les différents logements est de 3^m 50, chiffre qui est considéré comme moyen par les auteurs du projet et qu'ils estiment pouvoir abaisser à 2^m 80 pour le bétail de petite taille et porter à 4 mètres pour les forts animaux et en cas de stabulation permanente. Il ne faut pas perdre de vue cependant que, dans les climats rigoureux, un cube d'air exagéré favorise la déperdition de calorique par les animaux, déperdition qui a pour conséquences soit l'amaigrissement, soit une consommation supplémentaire et inutile d'aliments. Il y a donc là un judicieux équilibre à établir entre les exigences de l'hygiène et celles d'une exploitation rationnelle et rémunératrice du bétail ; c'est l'expérience seule qui

de briques dures placées de champ et jointoyées au ciment ; il présente une pente de 1 centimètre par mètre.

En arrière des deux rangées de stalles règne un couloir, de 1 mètre également de largeur, utilisé pour le service du fumier ; le niveau inférieur des stalles est surélevé de quelques centimètres au-dessus du sol de ce couloir, comme dans beaucoup d'étables hollandaises, pour faciliter l'entretien et donner une meilleure apparence aux animaux.

L'aménagement des stalles est variable ; l'une des rangées a été construite d'après les types adoptés par la Société *Nutricia*, de Laeken, pour ses étables modèles, afin d'assurer, autant que possible, l'asepsie pendant la traite ; les parois sont constituées par une maçonnerie de briques, maintenue par des fers en U et recouverte d'un enduit de ciment lissé ; les mangeoires sont, en outre, garnies d'un revêtement en céramique vernissée qui permet de les maintenir aisément en parfait état de propreté.

Le service de l'eau de boisson est assuré par des abreuvoirs automatiques analogues à ceux qui sont employés dans les immenses étables des domaines de l'archiduc Frédéric, à Moson (Hongrie) : un petit récipient en fonte, fixé sur la paroi de la stalle, à portée des animaux, est en communication libre au moyen d'une conduite en plomb, avec un grand bac où l'eau est maintenue à un niveau constant par un robinet à flotteur ; l'arrivée de l'eau dans les récipients est assurée par l'équilibre hydrostatique. Pour éviter la souillure des abreuvoirs, on les munit d'un couvercle à charnière, légèrement retourné à l'avant ; les animaux s'habituent très vite à soulever ce cou-

vercle et ont ainsi à leur disposition, toutes les fois qu'ils le désirent, de l'eau pure et jamais trop froide. L'abreuvoir hongrois comporte en outre un capuchon en forme de cloche, à bords frangés, et placé, au fond de l'abreuvoir, au-dessus du conduit d'adduction d'eau, formant une sorte de bonde siphon analogue à celles des évier et des postes d'eau; ce dispositif évite que les fragments de nourriture, introduits par l'animal dans l'abreuvoir au moment où il veut se désaltérer, s'accumulent dans les tuyaux, les obstruent ou s'y putréfient. Ces abreuvoirs, ainsi complétés par ce capuchon-filtre, devraient être appliqués toutes les fois que les animaux sont maintenus en stabulation prolongée; leur installation n'est pas extrêmement coûteuse et un abreuvoir suffit, pour deux animaux quand on n'emploie pas de bat-flanc ce qui est le cas général.

Les autres stalles sont entièrement en ciment, y compris la mangeoire; deux d'entre elles sont pourvues de séparations en bois construites sur le type du pays de Herve. On peut remarquer, enfin, un boxe démontable, permettant l'installation des veaux, ce qui présente l'avantage de régler les heures et le nombre des tétées et de permettre à ces jeunes animaux de jouer et de prendre l'exercice indispensable à leur développement normal.

L'aération de l'étable est assurée par un double système de cheminées. Celles pour l'évacuation de l'air chaud et vicié prennent naissance près du plafond. L'air pur pénètre de l'extérieur par des bouches situées à 0^m80 au-dessus du sol, dans un conduit vertical, long de 1 mètre, pratiqué dans l'épaisseur du mur, et est enfin dirigé vers l'étable, où il arrive à une hauteur de 1^m80; ce trajet dans le mur a pour but de tempérer quelque peu l'air extérieur et de ne le laisser entrer dans l'étable qu'au-dessus des animaux. Il y a deux cheminées d'évacuation pour une de rentrée d'air; on peut, si on le désire, compléter ce système d'aération par tous les procédés ordinaires de ventilation temporaire. Un thermomètre placé dans l'intérieur de l'étable, et qui ne doit osciller qu'entre 15 et 18 degrés, indique au cultivateur s'il doit ouvrir ou fermer les prises d'air extérieur.

La porcherie H, qui vient après l'étable, est divisée en deux loges: l'une pour l'engraissement, l'autre pour l'élevage. Le fond des loges est constitué, pour l'une par du ciment, pour l'autre par de l'asphalte, auxquels on a mélangé du gravier pour les rendre moins glissants. L'auge est placée dans une échancrure de la paroi faisant face au couloir d'alimentation, et fermée par une grille de serrurerie mobile autour de tourillons engagée dans les montants latéraux; on peut repousser cette grille d'un côté ou de l'autre de l'auge et la maintenir au moyen de verrous dans chacune de ces positions, ce qui permet de nettoyer l'auge et d'y verser la nourriture sans être blessé par les porcs, ou de laisser les animaux manger en toute liberté. Ce dispositif, quoique plus coûteux, est évidemment préférable aux panneaux pleins en bois, qui fonctionnent de façon analogue, mais qui ne permettent pas de voir ce qui se passe dans les loges. Auprès de la porcherie est situé le poulailler, avec tout son aménagement spécial pour les poules en O et pour les couveuses en P.

L'écurie I, pour deux chevaux, forme la dernière partie du bâtiment des animaux. Les séparations sont, comme pour l'étable, en maçonnerie de briques; les mangeoires sont en pierre calcaire, et divisées en deux compartiments. Le sol est également pavé en briques dures, placées de champ et jointoyées au ciment. Pour faciliter le nettoyage, on a revêtu les murs, sur une hauteur de 1^m50 à partir du sol et sur 0^m50 au-dessus des mangeoires, d'une couche de ciment lissé; on a enfin maçonné l'espace compris entre le sol et les crèches pour empêcher que les chevaux cherchent à se gratter la nuque ou le garrot contre le bord inférieur de la crèche; les mouvements qu'ils font dans ce but provoquent souvent des chutes sur les genoux, chutes presque toujours suivies de tares.

Tout à côté de l'écurie, mais séparée d'elle par une cloison et une porte, se trouve une salle K qui sert de remise pour les harnais et où l'on place également le coffre à avoine. Il est bon d'isoler les harnais de l'écurie, car l'humidité et les gaz qui se dégagent des litières durcissent et détériorent rapidement le cuir. Enfin, la pièce K est une chambre pour le valet d'écurie, chambre simple mais confortable, et qui est pourvue d'une imposte vitrée permettant au valet de surveiller l'écurie sans se déranger hors de propos.

La ferme moderne doit, en raison de l'importance des spéculations animales, comporter une infirmerie ou un lazaret, permettant d'isoler rapidement les animaux, en cas de maladie ou d'avortement, et de mettre en surveillance les animaux récemment achetés. En toute logique, cette infirmerie doit être édifiée à part, ou, tout au moins, être comprise dans un bâtiment séparé des logements des animaux, pour qu'on puisse enfouir directement les déjections des malades sans contaminer les autres. L'insuffisance des emplacements et des crédits a empêché les auteurs du projet de faire comme ils l'auraient désiré; ils ont dû établir le lazaret entre la grange N et l'écurie, dans un local non figuré sur le plan, afin de montrer comment doit être aménagée une semblable pièce. Tout y doit être disposé en vue d'un nettoyage facile et efficace; le sol et les murs sont cimentés; il n'y aurait même aucun inconvénient à ce que les angles fussent arrondis, comme on le fait actuellement dans les hôpitaux.

La grange, qui termine le corps de ferme à l'opposé de la maison d'habitation, n'a rien de particulier. Elle est de dimensions réduites, puisque la plupart des céréales sont conservées en meules, les Compagnies d'assurances n'exigeant plus qu'une très faible prime pour garantir l'agriculteur contre la destruction des meules par l'incendie.

Dans la cour intérieure R, à 6 mètres du bâtiment, se trouve la fosse à fumier, qui a 4 × 15 mètres; cette fosse est recouverte d'une toiture, précaution qui n'est peut-être pas exagérée en Belgique où il pleut beaucoup; la citerne à purin, qui a 3^m50 × 4 mètres, lui est adjacente; elle est reliée aux logements d'animaux par des caniveaux. Les water-closets pour le fermier et pour les domestiques sont placés contre cette citerne; nous ne sommes pas partisan de cette disposition; puisqu'on séparait les water-closets du maître de ceux des domestiques, il était logique de placer les premiers dans la maison d'habitation; d'autre part, au moment de la vidange, on n'hésitera pas à envoyer le contenu des fosses dans la citerne, et les hygiénistes nous apprennent que cette habitude est une des principales causes de propagation des maladies, notamment de la fièvre typhoïde. Il n'y a donc aucun inconvénient à établir une fosse à proximité de la maison; on aura ainsi moins de répugnance à stériliser, puis à enfouir séparément les vidanges.

L'appentis J sert de remise au matériel de culture et abrite également la bascule à bestiaux. L'ensemble est complété par le jardin U, à travers lequel est tracée l'allée T qui donne accès à la maison du fermier, le potager V et le verger situé du côté de la cour intérieure R, au delà de la fosse à fumier. On a prévu également, pour rendre la circulation méthodique dans la ferme, une entrée et une sortie.

Ce qui frappe le plus dans les dispositions adoptées pour les logements d'animaux, c'est que les boxes et les stalles ont leur plus grande dimension parallèle au grand axe du bâtiment; ce mode d'aménagement, qu'on retrouve fréquemment dans les étables hongroises, a pour but d'éviter que la lumière, distribuée aussi largement que possible, arrive directement dans les yeux des animaux; les fenêtres sont, d'ailleurs, au niveau du flanc des bovidés ou des chevaux.

Les plans d'ensemble de cette installation ont été dressés par M. Van Massenhove, architecte à Bruxelles. L'aménagement intérieur des logements d'animaux a été étudié par MM. Salée, architecte, Graftiau et Warnants, Ingénieurs agricoles. Cette *Ferme démonstrative* constitue, à notre avis, une très heureuse innovation au point de vue agricole. On a mis en œuvre, pour l'édifier, un grand nombre de matériaux nouvellement lancés sur le marché ou éprouvés par une expérience séculaire; les intéressés peuvent ainsi voir dans quelles limites ils peuvent emprunter aux travaux publics et à la construction urbaine leurs matériaux et leurs procédés pour amener la construction rurale à répondre aux besoins de l'agriculture moderne. Les dispositions que nous avons décrites peuvent être critiquées à certains points de vues, mais il n'en est pas moins vrai qu'elles répondent à un programme établi avec soin, en connaissance des besoins de l'agriculture locale et en vue d'améliorations considérées comme indispensables; en un mot, elles sont étudiées, ce qu'on ne rencontre pas fréquemment en construction rurale, et cet exemple de collaboration d'architectes et d'agronomes nous paraît mériter d'être suivi.

(A suivre.)

G. COUPAN,
Ingénieur-Agronome,
Répétiteur à l'Institut National Agronomique.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

INFLUENCE DES ENVELOPPES

sur le fonctionnement des machines à vapeur.

Conditions générales des essais. — L'utilité des enveloppes de vapeur a déjà fait l'objet d'une étude qui a paru dans le *Génie Civil* (1) et dans laquelle nous avons résumé les travaux de la Commission anglaise de recherches sur le fonctionnement des machines à vapeur. En terminant cet exposé, nous exprimons le désir de voir compléter les essais plutôt théoriques qui avaient été faits, en se conformant davantage aux conditions vraiment réalisées dans la pratique, c'est-à-dire de voir conduire ces essais de telle sorte qu'on puisse en tirer des conclusions immédiatement utilisables pour les constructeurs de machines à vapeur.

M. A. L. Mellanby, de l'École municipale de Technologie de Manchester, vient précisément de donner le compte rendu d'essais complémentaires, faits dans ce sens, en se servant d'une machine compound horizontale d'un type courant.

Dans les premières épreuves, on faisait, pour chaque cas examiné, une série d'essais à température, détente, pression et vitesse déter-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 16, p. 260.

minées, et on déduisait de ces essais la consommation de la machine par cheval-heure avec ou sans enveloppes, mais on ne s'occupait nullement de savoir si les conditions de marche de cette machine étaient même à peu près analogues à celles de leur fonctionnement normal, c'est-à-dire à celles de la consommation minimum de vapeur. Ces essais n'offraient donc dans la plupart des cas aucun intérêt pratique réel. Au contraire, ceux que nous allons maintenant analyser brièvement ont été effectués dans des conditions aussi voisines que possible de la normale et servaient principalement à déterminer la détente qui donne les meilleurs résultats pour la machine, fonctionnant à une pression de vapeur, une vitesse et un vide au condenseur donnés et se rapprochant autant que faire se peut des pressions, vitesses et vide normaux, avec ou sans enveloppes, et en rapportant la consommation de vapeur à la puissance développée.

Ils ont permis aussi de déterminer dans quel cas cette consommation par cheval-heure était la plus favorable au fonctionnement économique de cette machine.

A cet effet, l'auteur a effectué cinq séries d'essais dans lesquels la variable unique était le coefficient de détente totale, chaque série étant

127 millimètres de mercure. La puissance de la machine était mesurée au frein de Prony.

La pression à la chaudière pendant toute la durée des essais était de $10^{\text{kg}} 54$ par centimètre carré et la machine faisait constamment 60 tours par minute. La détente au cylindre B. P. restait invariable, celle du cylindre H. P. était réglée à la main par un dispositif remplaçant le régulateur à force centrifuge et permettant de fixer les comes quand le taux voulu était atteint.

Résultats. — Les résultats des essais ont été résumés dans les diagrammes ci-contre (fig. 1 à 5) qui correspondent, en ce qui concerne le chauffage des enveloppes, aux cinq cas susmentionnés.

Dans ces diagrammes, sur l'axe des abscisses, ont été portées les détentes totales, c'est-à-dire le produit rR , r étant le rapport de la course totale des pistons à la course pendant laquelle se fait l'admission du cylindre H. P., R le rapport du volume du cylindre B. P. à celui du cylindre H. P.; ces détentes totales variaient de 8,1 à 25.

En ordonnées, on a porté sur ces diagrammes en commençant par le haut et les poids étant exprimés en livres anglaises (1) :

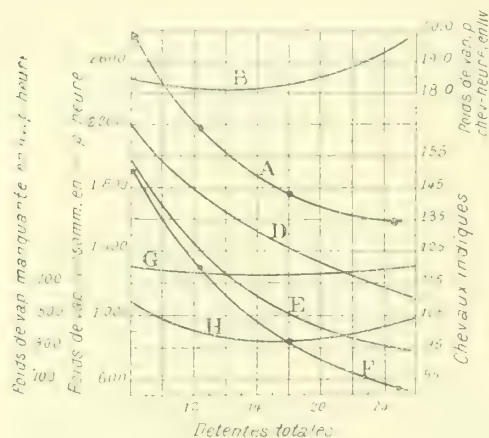


FIG. 1. — Pas d'enveloppes de vapeur.

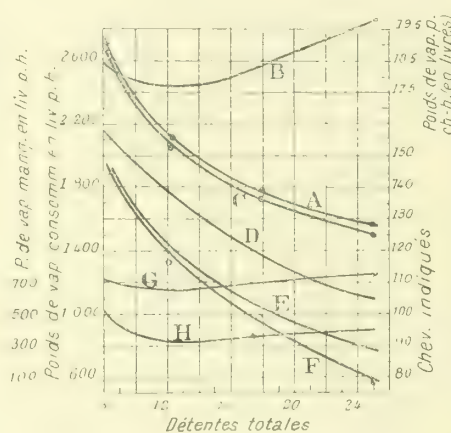


FIG. 2. — Enveloppes sur les fonds du cylindre H. P.

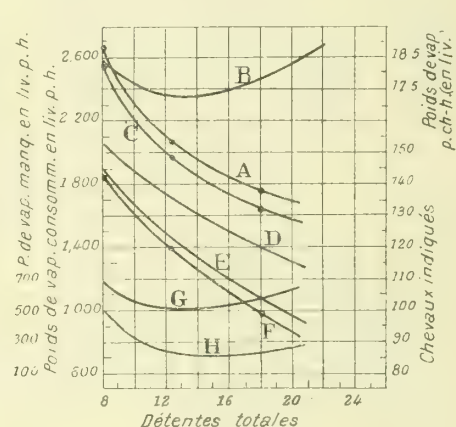


FIG. 3. — Enveloppes sur les fonds et le corps du cylindre H. P.

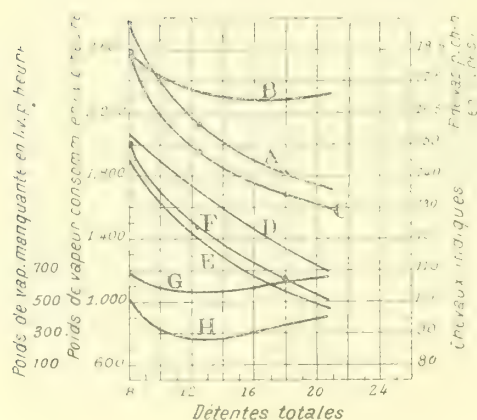


FIG. 4. — Enveloppes sur les fonds des deux cylindres et sur le corps du cylindre H. P.

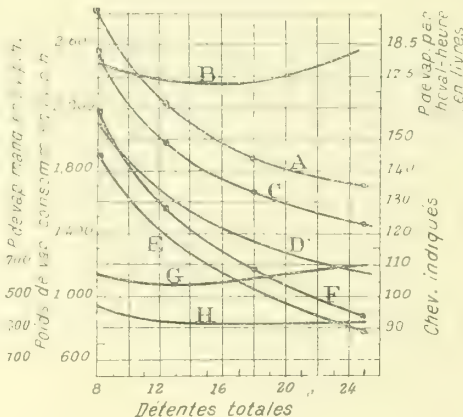


FIG. 5. — Enveloppes de vapeur partout, fonds et corps des deux cylindres.

FIG. 1 à 5. — Effets des enveloppes sur la consommation de vapeur, la puissance et le fonctionnement de la machine d'essai.

faite pour un arrangement particulier des enveloppes à vapeur. Ces cinq séries correspondaient aux conditions suivantes :

- 1° Les enveloppes des deux cylindres étant froides;
- 2° Les fonds du cylindre H. P. étant seuls chauffés;
- 3° Les fonds et le corps du cylindre H. P. seuls étant chauffés;
- 4° Les fonds des deux cylindres et le corps seulement du cylindre H. P. étant chauffés;
- 5° Les fonds et les corps des deux cylindres H. P. et B. P. étant chauffés.

Machine d'essai. — La machine employée pour ces essais était une machine compound horizontale à cylindres placés côte à côte, d'une puissance nominale de 120 chevaux; les cylindres H. P. et B. P. avaient respectivement 290 millimètres et 508 millimètres de diamètre; leur course commune était de 914 millimètres. La distribution du cylindre H. P. était du type Corliss à soupapes; celle du cylindre B. P. à tiroir plan Meyer et les deux cylindres étaient pourvus d'enveloppes de vapeur indépendantes sur le corps et les deux fonds; quant au reste, les expériences étaient disposées dans leurs grandes lignes, comme celles que nous avons décrites précédemment.

Le condenseur était à surface et la pompe à air, actionnée par un moteur électrique spécial, maintenait une contre-pression égale à

1° La consommation de vapeur totale par heure A; 2° la consommation totale de vapeur par cheval indiqué et par heure B, celle des enveloppes comprise; 3° la quantité de vapeur C traversant le cylindre H. P., c'est-à-dire la consommation réelle de vapeur dans l'intérieur de ce cylindre, mesurée à sa sortie; 4° le poids de vapeur D, calculé d'après le diagramme, à la fin de la détente et contenu dans le cylindre H. P.; 5° le poids de vapeur E, également calculé d'après ce diagramme, contenu dans ce cylindre au moment où la détente commence. Sous ou entre ces deux dernières courbes, suivant les diagrammes, se trouve la courbe F de la puissance développée en chevaux indiqués. Les deux courbes du bas des diagrammes donnent les poids de vapeur G manquant dans le cylindre H. P., au commencement de la détente et H à la sortie, c'est-à-dire la somme des quantités de vapeur condensée dans le cylindre, non revaporisée et passée directement au condenseur par suite de fuites.

Ces courbes montrent que l'effet général du chauffage des enveloppes du cylindre H. P. est de réduire la puissance indiquée de la machine, en diminuant la pression d'échappement du cylindre H. P. et d'admission du cylindre B. P.

Le chauffage des enveloppes du cylindre B. P. a un effet directe-

1 La livre anglaise = 453 grammes.

ment opposé, car s'il diminue un peu la pression d'échappement dans ce cylindre, il augmente au contraire beaucoup la contre-pression du petit cylindre et la pression d'admission au grand et, par suite, la quantité de vapeur passant à travers ce dernier.

Quant à la consommation de vapeur, ces courbes montrent qu'il existe, pour chaque disposition des enveloppes, une détente donnant une consommation totale minimum par cheval-heure, et aussi que cette valeur minimum de la consommation est la plus faible lorsque toutes les enveloppes du cylindre H. P. et les enveloppes des fonds seuls du cylindre B. P. sont chauffées. Pour chaque diagramme, il y a d'ailleurs des limites de détente assez étendues entre lesquelles cette consommation varie très peu.

L'auteur a, en outre, calculé les échanges de chaleur qui se produisent entre la vapeur et les parois des cylindres, calcul purement théorique que nous ne reproduirons pas.

Conclusions. — Voici les conclusions générales auxquelles M. Melanby est arrivé :

1° La machine compound étudiée peut fonctionner, la pression d'admission étant de 10^{kg} 546 par centimètre carré, à une pression moyenne de 2^{kg} 812 par centimètre carré, c'est-à-dire à une pression moyenne beaucoup plus élevée qu'on ne l'admet généralement pour ces machines, sans que son rendement soit diminué ;

2° Le maximum de rendement des enveloppes correspond au chauffage de toutes celles du cylindre H. P. et du fond du cylindre B. P., avec de la vapeur fraîche ;

3° Le chauffage des enveloppes H. P. réduit légèrement la pression moyenne dans la machine, mais celui des enveloppes B. P. l'augmente considérablement ;

4° L'effet du chauffage des enveloppes est très faible sur la condensation initiale du petit cylindre, mais il est, par contre, très élevé sur celle du grand ;

5° Les variations de température des parois métalliques sont beaucoup moins étendues que celles de la vapeur parce que :

a) La quantité de vapeur manquante à l'échappement est beaucoup plus faible en réalité que si ces variations étaient égales ;

b) La température moyenne du métal est beaucoup plus élevée que celle de la vapeur ;

c) La plus grande partie de la quantité de vapeur manquante est due aux fuites et non à la condensation initiale.

Ceci est démontré d'abord par les expériences de MM. Callendar et Nicolson, que nous avons rapportées précédemment, et aussi par le fait que le chauffage des enveloppes a pour effet de diminuer le taux de revaporisation pendant la détente.

Ces conclusions donnent des indications pratiques qui peuvent être très utiles pour les constructeurs en ce sens qu'elles démontrent l'inutilité et même l'effet nuisible des enveloppes du corps du cylindre B. P. dans les machines compound, et aussi qu'il est possible de faire fonctionner ces machines à des pressions moyennes plus élevées, c'est-à-dire, en définitive, de réduire les dimensions d'une machine compound pour une puissance donnée.

Les essais effectués antérieurement et résumés dans le *Génie Civil* (1) avaient déjà démontré que la présence des enveloppes est superflue dans les machines à triple et à quadruple expansion.

F. HOFER,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

VARIÉTÉS

Détermination des charges à appliquer aux locomotives des chemins de fer de l'État danois.

Le mode de calcul des charges à appliquer aux locomotives, qui est en usage depuis quelques années aux chemins de fer de l'État danois, repose sur la connaissance de la résistance totale du train et de la puissance des machines, eu égard à la capacité de vaporisation de leurs chaudières et au travail qu'elles développent, suivant le degré d'admission dans les cylindres.

Cette méthode de calcul a permis, aux chemins de fer de l'État danois, l'utilisation complète et économique des locomotives existantes. Comme elle est applicable dans les conditions les plus diverses des services d'exploitation, il nous paraît intéressant de l'exposer ci-après (2) :

Désignons respectivement par F et par R la vaporisation en kilogrammes, par heure et par mètre carré de surface de chauffe du foyer et des tubes ;

Par w, la vaporisation totale horaire, en kilogrammes ;

Par L, la longueur des tubes, en mètres ;

Par v, la dépression dans la boîte à fumée, en centimètres d'eau.

F et R se déterminent par les formules suivantes, établies d'après les données de l'expérience :

$$F = 100 \sqrt[3]{v} + 16 \sqrt{v} - 36 ; \quad [1]$$

$$R = \frac{25 + 32,4v}{(1,3 + 0,05v)(1,3 + 0,05v + L)} ; \quad [2]$$

En les appliquant aux locomotives express de l'État danois, on devra compter sur une dépression moyenne de 0^m 10 d'eau dans la boîte à fumée et sur une longueur de tubes de 3^m 430. On en déduit :

$$F = 230 \text{ kilogr.} ; \quad R = 37^{\text{kg}} 1.$$

La formule [2] est applicable aux tubes dont la longueur L est égale à soixante-dix à quatre-vingts fois le diamètre extérieur δ , ce qui est le cas pour les susdites locomotives. Si le rapport $y = \frac{L}{\delta}$ se trouve en dehors de ces limites, le coefficient de vaporisation R est à diminuer ou à augmenter d'autant de fois 1 % que le rapport y s'écarte du nombre moyen 75, c'est-à-dire :

$$R_1 = \left(1 + \frac{y - 75}{100}\right) R.$$

La surface de chauffe du foyer, en contact avec le feu, étant de 9^m 25, celle des tubes, de 78^m 75, la vaporisation totale horaire sera :

$$w = 9,25 \times 230 + 78,75 \times 37,1 = 5\,047 \text{ kilogrammes ;}$$

ou, en volume : $V = \frac{5\,047}{6,47} = 780 \text{ mètres cubes,}$

6^{kg} 47 étant le poids d'un mètre cube de vapeur, à la pression de 12 atmosphères.

Si, maintenant, nous appelons :

Le diamètre des roues motrices . . . D = 1^m 846 ;

Le diamètre des cylindres . . . d = 0^m 430 ;

La course des pistons . . . l = 0^m 610 ;

Le degré d'admission . . . $\frac{l_1}{l}$;

La vitesse de la locomotive . . . k, en kilomètres à l'heure,

et si l'on suppose que l'espace mort des cylindres, à remplir de vapeur vive, soit égal à 3 % de la course des pistons, la consommation de vapeur de la locomotive, en kilogrammes à l'heure, sera :

$$\left(\frac{l_1}{l} + 0,03\right) \frac{\pi d^2}{4} \times \frac{1\,000k}{\pi D}.$$

Pour l'utilisation complète de la machine, il faut que la production et la consommation de vapeur soient égales. On peut donc écrire :

$$V = \left(\frac{l_1}{l} + 0,03\right) \frac{\pi d^2}{4} \times \frac{1\,000k}{\pi D},$$

ce qui permet de tirer, pour expression du degré d'admission :

$$\frac{l_1}{l} = \frac{VD}{1\,000k d^2 l} - 0,03,$$

ou, en remplaçant les lettres par les valeurs indiquées ci-dessus :

$$\frac{l_1}{l} = \frac{12,76 - 0,03k}{k}.$$

Désignons, d'autre part : par N, le travail indiqué en chevaux, correspondant à la quantité de vapeur et au degré d'admission susmentionnés ;

Par S, la quantité de vapeur produite ou consommée par cheval-heure. On a :

$$N = \frac{w}{S}.$$

La grandeur S a été déterminée par l'expérience :

$$\text{Pour 10 atmosphères de pression, } S = 18 \left(\frac{l_1}{l}\right)^2 + 8,6 ;$$

$$- 12 \quad - \quad - \quad S = 16 \left(\frac{l_1}{l}\right)^2 + 8,3 ;$$

$$- 14 \quad - \quad - \quad S = 14 \left(\frac{l_1}{l}\right)^2 + 8,1.$$

L'effort de traction T en kilogrammes, correspondant à ce travail en chevaux, est :

$$T = \frac{270 N}{k}.$$

Il ne peut, en général, dépasser un sixième du poids adhérent.

La résistance du train par tonne, en palier et en alignement droit (locomotive et tender compris) se déterminera d'après la formule approchée :

$$Q = 2,5 + 0,7 \frac{h}{1\,000}.$$

La résistance due à la gravité, en kilogrammes par tonne, est Q_s, s représentant la déclivité en millimètres par mètre, positive ou négative suivant le cas d'une rampe ou d'une pente.

La charge susceptible d'être remorquée par l'application d'un effort de traction T est, locomotive et tender compris, $L_b = \frac{T}{Q + Q_s}$ tonnes.

Si L_n désigne le poids, en tonnes, du train remorqué, G le poids de la locomotive et du tender à moitié chargé (63 tonnes pour les locomotives express de l'État danois) on a :

$$L_n = L_b - G.$$

Il ne reste plus qu'à effectuer les calculs pour les différentes déclivités et vitesses, comme le tableau suivant en montre un exemple.

On n'a indiqué, dans ce tableau, que les résultats des calculs pour les cas de voies en palier et pour les rampes de 10 millimètres.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 46, p. 260.

(2) D'après l'*Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens*.

PROFIL.	VITESSE <i>h</i>	DEGRÉ D'ADMIS- SION $\frac{h}{l}$	CONSUMATION DE VAPEUR par cheval- heure <i>s</i>	TRAVAIL INDIQUÉ <i>N</i>	EFFORT de TRACTION <i>T</i>	RÉSISTANCE TOTALE par tonne de train $Q + Q_s$	CHARGE REMOR- QUÉE
	kilom.		kilogr.	chevaux	kilogr.	kilogr.	tonnes
Palier . . .	40	0,29	9,6	324	3 537	3,62	914
	60	0,18	8,8	372	2 574	3,02	449
	90	0,11	8,5	394	1 782	2,17	133
Rampe de 10 millim.	40	—	—	—	3 537	13,62	196
	60	—	—	—	2 574	13,02	108
	90	—	—	—	1 782	12,17	33

L'application des formules établies ci-dessus permet de tracer des graphiques, comme ceux des figures 1 et 2, au moyen desquels il est

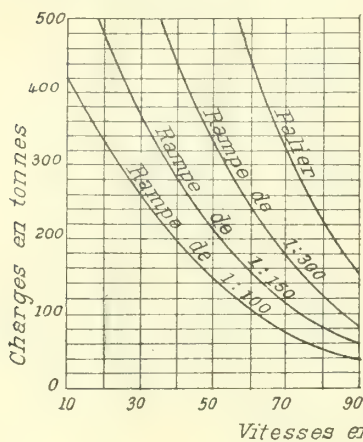


FIG. 1.

Charges des trains de voyageurs correspondant à un profil donné et à une vitesse déterminée.

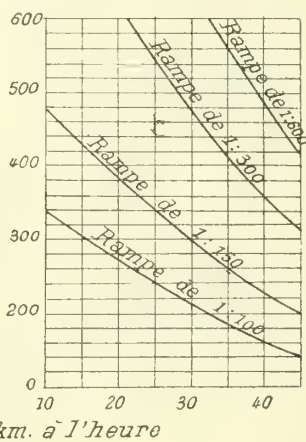


FIG. 2.

Charges des trains de marchandises correspondant à un profil donné et à une vitesse déterminée.

aisé de déterminer les charges et les vitesses correspondantes, pour chaque type de train, sur un profil donné. Si, en regard d'une charge donnée, on tire une ligne horizontale, les points d'intersection de cette droite avec les différentes courbes donnent les vitesses qui pourront être atteintes sur divers profils, en remorquant la charge donnée. Des vitesses ainsi trouvées, on déduit la durée du parcours.

Dans le service courant, à chaque catégorie de train correspondent des conditions déterminées de vitesse et de charge. D'autre part, les locomotives à utiliser sont de types divers, et réalisent des efforts de traction différents, c'est pourquoi il y a lieu d'abord de déterminer, pour chaque nature de train, la durée des parcours, et ensuite la charge de ces trains applicable aux locomotives disponibles.

Aux chemins de fer de l'État danois, il existe cent locomotives à 2/4 essieux accouplés, et soixante-quatorze locomotives à marchandises à 3/3 essieux accouplés des mêmes types, indépendamment des autres séries de machines, ne comprenant chacune que quatre à vingt locomotives. Il s'agissait donc, d'abord, de régler la durée des parcours de tous les trains de voyageurs et de marchandises, d'après la puissance des locomotives des deux séries principales, que nous appellerons K et G. Les trains de voyageurs ont été divisés en sept catégories, suivant leur charge, variant de 150 tonnes, pour les trains express, à 330 tonnes, pour les trains lents. Pour ceux de marchandises, les limites de charges sont comprises entre 250 et 490 tonnes.

Le tableau ci-après est la traduction numérique des graphiques (fig. 1 et 2), pour quelques catégories de trains, choisis comme exemples, et dans le cas de différents profils. Les indications qu'il renferme sont relatives aux locomotives des séries K et G.

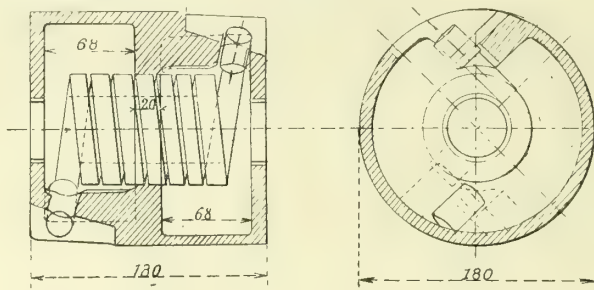
SÉRIES de LOCOMOTIVES	CATÉGORIES DE TRAINS	RAMPE de 10 mm — VITESSE	RAMPE de 6 mm 67 — VITESSE	RAMPE de 3 mm 33 — VITESSE	PALIER — VITESSE
		kilom.	kilom.	kilom.	kilom.
K.	Trains express	33	67	82	90
	Trains poste	43	33	69	86
	Trains lents de voyageurs	24	32	14	35
G.	Trains rapides de marchandises	17	25	35	44
	Trains lents de marchandises	43	20	30	39

Manchon d'accouplement Diescher.

Le manchon d'accouplement Diescher comprend deux parties, comme le montrent les figures ci-dessous, empruntées à l'*Iron Age*, du 20 juillet :

1° Une barre de métal enroulée en hélice et terminée par deux parties filetées recevant des écrous de serrage;

2° Une boîte en fonte cylindrique divisée en deux parties par une cloison placée normalement à l'axe du cylindre et qui maintient l'hélice. Cette boîte est fondue sur l'hélice métallique, en sorte que le manchon ne comporte en réalité qu'une seule pièce.



Coupes longitudinale et transversale du manchon Diescher.

Les extrémités filetées de l'hélice se terminent dans deux logements permettant le serrage des écrous sans que ceux-ci dépassent la surface extérieure du cylindre.

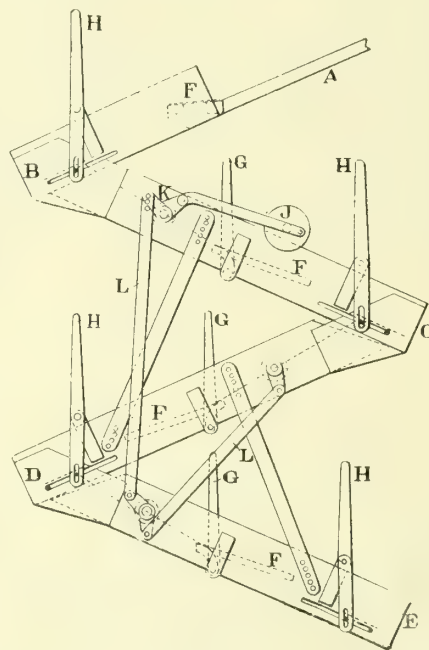
Il suffit, pour produire l'accouplement de deux arbres en prolongement, de serrer les deux écrous après introduction des arbres à l'intérieur de l'hélice.

Le principal avantage de ce manchon, qui peut accoupler deux arbres de diamètres un peu différents, est d'être d'une seule pièce, et de ne pas présenter de parties saillantes pouvant être la cause d'accidents.

Épierreur de charbon, système Émery.

L'épierreur Émery, très employé dans les charbonnages américains pour séparer le charbon des schistes avec lesquels il est mélangé, et décrit dans l'*Engineering and Mining*, du 22 juillet, est constitué par une série de plans inclinés suivant des pentes de plus en plus fortes qui sont à $\frac{18}{48}$, $\frac{19}{48}$, $\frac{20}{48}$ et à $\frac{21}{48}$.

Chacun de ces plans inclinés est muni, vers son milieu, d'une dalle



en pierre F dont l'inclinaison est réglable au moyen des leviers G et qui a pour but de ralentir la chute du mélange, de telle sorte que les pierres schisteuses viennent tomber par les ouvertures situées au-dessous des dalles tandis que le charbon, qui passe par-dessus ces ouvertures, se trouve ainsi séparé. Ces ouvertures sont réglables au moyen des leviers H.

Les plans inclinés sont animés d'un mouvement d'oscillation imprimé par un plateau-manivelle J de 30 centimètres de diamètre, qui fait 70 tours par minute. Ce mouvement est communiqué en K aux trois plans inférieurs seulement par les leviers L. Cette oscillation imprime au charbon un mouvement saccadé au lieu d'une chute continue, ce qui favorise la séparation.

Le charbon arrive en A. En B une première quantité de charbon séparé est distribuée aux trémies; le reste tombe avec les pierres par la première ouverture. La même chose se reproduit au deuxième et au troisième plan incliné; mais le charbon séparé qui tombe en C et en D, contient quelques schistes qui sont enlevés à la main. Ce qui tombe en E est un mélange de schistes, d'impuretés et de charbon qui peut être de nouveau traité pour séparer ce charbon. Le schiste seul tombe par la quatrième ouverture dans une trémie spéciale.

La production de l'épierreur varie évidemment avec la quantité d'impuretés que renferme le charbon, mais en moyenne chaque appareil peut passer 10 tonnes de charbon à l'heure.

Assainissement de Manille.

Après avoir assaini La Havane et avoir évité par des mesures hygiéniques extrêmement rigoureuses, le retour des épidémies de fièvre jaune et de malaria, les Américains se proposent d'entreprendre l'assainissement de Manille. Malheureusement, les conditions topographiques et climatiques du pays, les mauvaises habitudes des habitants et l'absence presque totale de travaux méthodiques pendant la domination espagnole, rendent le problème plus compliqué qu'à La Havane et surtout beaucoup plus coûteux.

On compte à Manille 225 000 habitants, dont 16 000 logeant sur des sampans groupés sur les bords de la baie. Le fleuve Pasig, qui traverse la ville et la partage en deux agglomérations distinctes, s'y divise en plusieurs bras ou esteros, dans lesquels l'eau fait souvent défaut. En certains quartiers, habités par les indigènes, la densité de population atteint 1 500 personnes par hectare bien que, en raison des tremblements de terre, très peu de maisons aient plus d'un étage. Ces maisons sont, le plus souvent, de simples paillottes, presque contiguës; aucune d'elles n'est pourvue d'un système quelconque pour l'évacuation des eaux usagées.

Pour remédier à un état de choses aussi déplorable, les Américains ont déjà généralisé l'emploi des tinettes mobiles, assez répandue dans les grandes villes de l'Orient. Toutes les vingt-quatre heures, les récipients sont enlevés, vidés et nettoyés; leur contenu est déversé au large. Le Gouvernement a, en outre, édicté des mesures rigoureuses, relatives au mode de construction des maisons; il prescrit notamment une distance minimum à observer entre les constructions nouvelles.

Le sol se prête peu à une amélioration sanitaire. Il est constitué, ainsi que le sous-sol, par des alluvions d'argile et de sable fin extrêmement perméables; le terrain est plat: la partie la plus haute de la ville n'est guère qu'à 2 mètres au-dessus des hautes mers. De plus, les pluies diluviennes de la région tropicale rendent assez fréquentes les inondations du Pasig et de ses esteros.

Avant l'occupation américaine, le système d'évacuation des eaux ménagères et des vidanges était des plus défectueux; on les jetait le plus souvent dans des puisards placés près des maisons, ou mieux dans la rue, dans les esteros, dans des mares croupissantes ou encore dans un fossé, souvent à sec, qui entoure la vieille ville. Il existe cependant quelques fosses à deux étages, qui finissent à la longue par se remplir malgré l'absence d'étanchéité.

Les Espagnols avaient esquissé, pour les eaux pluviales, un réseau de drains qui a été construit dans de mauvaises conditions et qui n'a jamais été appliqué, d'ailleurs, qu'à des parties très limitées de la ville. Il consiste en caniveaux peu profonds, à section rectangulaire, faits de blocs taillés dans de la roche volcanique et reposant sur des fondations en pierres sèches. Ces caniveaux, avec peu ou pas de mortier, sont couverts au moyen de briques ou de pierres plates; comme ils sont peu profonds, que leur pente est insuffisante, les eaux de pluie y séjournent et l'eau de la mer y pénètre, favorisant le dépôt des sables et des matières organiques qui les obstrue et constitue un foyer de putréfaction permanent sous la ville.

Il y a plus d'un an, le Conseil municipal a chargé M. Ingalls, Ingénieur de la ville, d'étudier un projet d'assainissement qui vient d'être approuvé et que reproduit l'*Engineering Record*, du 15 juillet. M. Ingalls a adopté, comme système d'égouts le plus économique, le système séparatif, c'est-à-dire celui d'un double réseau: l'un à grandes sections et à faibles pentes pour les eaux de pluie et d'arrosage, l'autre à petites sections et à fortes pentes pour les eaux résiduelles: vidanges, eaux ménagères ou industrielles (1).

Dans le cas présent, ce deuxième système recevra aussi les eaux d'infiltration du sol, car, du fait même de ses fortes pentes, ce réseau sera forcément au-dessous de l'autre et les infiltrations seront inévitables dans un sol qui est complètement imbibé d'eau. Cette condition est, d'ailleurs, favorable à l'assainissement, car le mouvement des eaux d'infiltration se faisant toujours dans le même sens, les eaux extérieures finiront par lessiver le sous-sol qui, actuellement, est fortement imprégné de liquides organiques.

Le réseau des égouts pour eaux résiduelles sera divisé en secteurs, chacun d'eux ayant au centre une fosse collectrice avec une usine élévatoire.

Les sections des différents conduits d'égouts sont calculées pour qu'aux heures de débit maximum, les canalisations fonctionnent à tuyaux demi-pleins, pour les petites conduites, et aux sept dixièmes

pour les grosses; on réalise ainsi une chasse permanente et on évite la stagnation des produits solides.

La profondeur maximum à laquelle on peut pratiquement arriver déterminera la position des usines élévatoires; les pompes de ces usines refouleront leurs eaux dans des usines secondaires, celles-ci dans des usines tertiaires et ainsi de suite jusqu'à l'usine élévatoire principale qui sera située près de la côte. Dans certains cas, les stades des usines élévatoires intermédiaires prévues seront au nombre de six. Les pompes de la dernière usine refouleront dans un tuyau en fonte posé sur le fond de la baie; ce conduit enverra les eaux d'égouts tamisées à plus de 2 kilom. au large.

La section des égouts prévue est de 0^m200 à 1^m2400; la pente minimum qui sera celle du collecteur principal est réduite à 1/1000. Les branchements et les portions de faible diamètre seront en poterie; les collecteurs principaux seront en maçonnerie de briques et ciment.

Dans le calcul des sections, on a dû tenir compte des deux origines de l'eau qui traversera les égouts: 1° les eaux des branchements particuliers, en comptant sur une population de 440 000 habitants consommant chacun 340 litres d'eau par jour; 2° les eaux d'infiltration évaluées à 20 mètres cubes par jour et par hectare.

Au début, les débits maxima n'atteindront pas les chiffres prévus, aussi le courant ne sera-t-il pas assez puissant pour entraîner tous les matériaux solides; on a donc dû prévoir un système de nettoyage artificiel. Des tampons avec réservoirs de chasse branchés sur la distribution d'eau de la ville seront ménagés; des chasses seront faites à intervalles réguliers par un personnel spécial. Cette disposition paraît la plus économique en raison du caractère provisoire de ces opérations et du bon marché de la main-d'œuvre; elle est aussi la plus hygiénique en raison de la moindre efficacité des chasses automatiques.

Fenêtre de voiture de chemin de fer, système Snell.

Les figures ci-dessous, empruntées à l'*Engineer*, du 14 juillet, représentent la disposition d'un mécanisme nouveau permettant de maintenir en équilibre à différentes hauteurs, sans aucun système d'attache, la glace d'une fenêtre de voiture.

Pour arriver à ce résultat, la glace est équilibrée par un contrepoids, le contrepoids et la glace étant attachés par deux bandes de toile, de poids négligeable, qui s'enroulent autour d'une poulie pentagonale, dissimulée sous les boiseries de la porte (fig. 2).

Il est facile de voir que, pour la position de la figure 3, qui se produit cinq fois par tour, la poulie est en équilibre sous l'action des deux forces égales W_1 et W_2 (glace et contrepoids) appliquées aux

bandes de toile, et qu'au contraire pour la position de la figure 1 la poulie n'est pas en équilibre sous l'action de ces mêmes forces puisque le bras de levier R_1 est plus grand que le bras de levier R_2 .

Si donc, quand l'équilibre a lieu, une force, due par exemple à une trépidation du train, vient s'ajouter au poids de la glace et la fait un peu descendre, le moment de W_2 (glace) diminue; en même temps, le moment inverse du contrepoids W_1 augmente par suite de l'augmentation du bras de levier qui pourra varier au maximum de R_2 à R_1 . La force due à la trépidation ayant cessé de s'ajouter au poids de la glace, l'équilibre se rétablit. On voit que le déplacement

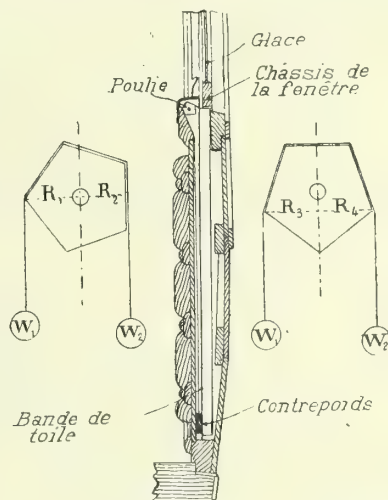


Fig. 1, 2 et 3. — Positions extrêmes de la poulie pentagonale et coupe transversale de la fenêtre.

maximum de la glace est celui qui correspond au plus à un dixième de tour si les trépidations ne sont pas trop violentes pour faire dépasser la position de la figure 1. En fait, cette disposition suffit pour contre-balancer l'effet des trépidations ordinaires des trains.

La glace en descendant du haut en bas fait exécuter trois révolutions à la poulie et, comme il y a cinq positions d'équilibre par tour, on a donc quinze positions d'arrêt également espacées entre la fermeture et l'ouverture complètes.

Un autre avantage de cette disposition est qu'il suffit d'un très faible effort pour lever ou abaisser la glace, puisque son poids est équilibré.

(1) Ce système, auquel les Américains se rallient sans restriction pour Manille comme ayant fait ses preuves, est celui qui, dans ses grandes lignes, a été préconisé, il y a plusieurs années déjà, par MM. Bieber et Badois, comme le seul système de tout l'égout réellement hygiénique et ne conduisant ni à un gaspillage de l'eau ni à celui des matières fertilisantes des vidanges, convenant au cas où on ne dispose que d'une quantité limitée d'eau de source. Il convient de remarquer que les Américains, disposant généralement de grandes quantités d'eau de très bonne qualité, pour l'alimentation des villes, sont peu accoutumés à ce système d'égouts qui a surtout été appliqué en Europe et notamment à Berlin.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 25 septembre 1905.

Astronomie. — I — *Observation de l'éclipse totale du 30 août 1905 faite à Robertville (Algérie).* Note de M. SALET, présentée par M. Lœwy.

Dans cette note, l'auteur indique les principaux résultats qu'il a obtenus et qui se rapportent aux expériences suivantes :

- 1° Recherche de l'existence d'un champ magnétique dans le voisinage du soleil, par l'observation de la déviation du plan de polarisation de la lumière coronale;
- 2° Étude photographique de la distribution de la lumière polarisée de la couronne;
- 3° Étude de la polarisation atmosphérique;
- 4° Spectropolarisation de la couronne;
- 5° Photographie du spectre ultra-violet de la couronne.

II. — *Sur les observations de l'éclipse totale de soleil du 30 août 1905, faites à Guelma par la mission de l'Observatoire d'Alger.* Note de M. Ch. TRÉPIED, présentée par M. Radau.

Les résultats des travaux faits à Guelma pendant l'éclipse du 30 août peuvent se résumer comme suit :

- 1° Confirmation de la correspondance supposée entre les traits généraux de la structure coronale et l'état d'activité du soleil;
- 2° Impression photographique certaine du disque de la lune sur la couronne, en dehors de la totalité;
- 3° Enregistrement photographique d'un très curieux phénomène d'anneaux elliptiques;
- 4° Obtention d'un cliché à longue pose pendant la durée de la totalité, permettant d'étudier la plus grande extension photographique de la couronne dans cette éclipse, et de contribuer à élucider la question des planètes intra-mercurielles.

Hydrologie. — *La végétation spontanée et la salubrité des eaux.* Note de M. L.-A. FABRE, présentée par M. de Lapparent.

L'asepsie des eaux sauvages n'est point due seulement à une simple filtration, qui est toujours insuffisante; elle est due à un phénomène essentiellement biologique : l'oxygène de l'air pénètre lentement avec les eaux d'infiltration, détruit les matières organiques du sol, et exalte la vitalité et la prolifération des microbes aérobies fertilisateurs; l'effet contraire est produit sur les anaérobies pathogènes.

Mécanique. — *Sur les origines du principe des déplacements virtuels.* Note de M. P. DUHEM.

M. Duhem présente à l'Académie le premier volume de son ouvrage sur les *Origines de la Statique*, et appelle l'attention sur l'origine du principe que Descartes, en 1637, proposa de prendre comme un axiome, duquel on peut tirer la statique tout entière, à savoir :

Il faut même puissance pour élever un certain poids à une certaine hauteur que pour élever un poids K fois plus grand à une hauteur K fois moindre.

De ce postulat, Wallis et Jean Bernoulli ont tiré le principe des déplacements virtuels, sous la forme générale où nous l'employons aujourd'hui.

M. Duhem montre que l'histoire du développement graduel de cet axiome peut être suivie sans interruption, depuis Jordanus de Nemore, auquel on doit en attribuer le premier emploi, au XIII^e siècle, jusqu'à Descartes; il est aisé de la prolonger ensuite, par Wallis et Jean Bernoulli, jusqu'à Lagrange et, plus tard, jusqu'à J. Willard Gibbs.

L'histoire du principe des déplacements virtuels offre ainsi un remarquable exemple de la lenteur et de la continuité avec lesquelles se sont développés la plupart des grands principes de la mécanique.

Physiologie végétale. — *Sur la sensibilité de l'appareil chlorophyllien des plantes ombrophiles et ombrophobes.* Note de M. W. LUBIMENKO, présentée par M. Gaston Bonnier.

Les études comparatives faites par l'auteur au laboratoire de biologie végétale de Fontainebleau, sur l'assimilation des arbres des deux types, ont mis en évidence que :

- 1° Les plantes ombrophiles exigent, pour décom-

poser le gaz carbonique, une intensité lumineuse minimum beaucoup plus faible que les plantes ombrophobes;

2° L'énergie assimilatrice des plantes ombrophobes croît sans cesse jusqu'à la limite extrême d'intensité de l'insolation naturelle, tandis que celle des plantes ombrophiles présente un optimum correspondant à une intensité moindre.

Ces particularités physiologiques sont, vraisemblablement, dues à une concentration différente du pigment vert dans les chloroalcides des plantes.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

AGRICULTURE

Action fertilisante de certains produits accessoires des scories. — Dans une note présentée par M. SAGNIER à la Société nationale d'Agriculture (bulletin de juin), M. GUFFROY, Ingénieur agronome, et MM. CRÉPEAUX et MILON, de l'Institut agricole de Beauvais, ont exposé leurs recherches au sujet de l'action fertilisante que peuvent exercer, dans les scories de déphosphoration, en dehors de l'acide phosphorique dont l'efficacité est évidente, le manganèse et la silice qu'elles renferment.

Ils ont entrepris, à cet effet, des expériences en pots sur blé, sarrasin, trèfle, en utilisant séparément les scories Thomas « Étoile » telles qu'elles sont vendues à l'agriculture et des scories artificielles préparées en séparant les cristaux de tétraphosphate et de silicophosphate; ils utilisèrent celles-ci, ensemble ou séparément, en mélange avec les produits chimiques purs nécessaires pour obtenir la même composition que celle des scories naturelles. L'absence de la silice fut caractérisée, sur le sarrasin, par un retard dans la levée et dans la maturité, par une diminution dans la taille et dans le poids des enveloppes florales et des tiges, ce qui le rendait moins résistant à la verse. Avec le blé, elle occasionna un retard dans l'épiation et dans la floraison, mais se manifesta de façon moins nette au point de vue du rendement. Sur le trèfle, l'absence de silice exerça une action très nettement déprimante.

L'absence du manganèse se fit également sentir fâcheusement dans la culture de ces plantes.

Les résultats obtenus, résumés par les auteurs dans un tableau numérique, les ont amenés à conclure à l'efficacité de la silice et du manganèse dans les scories Thomas; d'après eux, il y aurait d'autre part une supériorité sensible concernant l'acide phosphorique de la forme tétraphosphate sur la forme silicophosphate.

CONSTRUCTION DES MACHINES

Les ateliers de constructions mécaniques de la Société Borsig, à Tegel, près Berlin. — Le *Praktische Maschinen Konstrukteur*, du 14 septembre, consacre une notice illustrée aux ateliers de la Société Borsig, qui occupent 14 hectares à Tegel près de Berlin, et où l'on fabrique toutes les pièces importantes de chaudronnerie, de constructions métalliques et charpentes, des locomotives et du matériel de chemins de fer, etc. Cette notice donne quelques renseignements sur chacun des ateliers : forge, fonderie, chaudronnerie, montage, sur la station centrale, etc. Le principal atelier est celui du montage des locomotives, qui a déjà livré plus de 5 000 machines depuis 1841.

Les usines Borsig, dont la fondation remonte à 1837, occupent 2 500 ouvriers dont la plupart habitent une cité ouvrière voisine, Borsigwald, très bien construite et aménagée pour eux.

HYDRAULIQUE

Conditions économiques d'exploitation des usines élévatoires d'eau. — *L'Engineering Record*, du 15 juillet, examine les conditions qui ont le plus d'influence sur le rendement économique des usines élévatoires. D'après une enquête sur les principales exploitations des États-Unis, on est amené à cette conclusion que, généralement, les entreprises privées exploitent plus économiquement que les

municipalités. Dans les villes, dont la population est inférieure à 50 000 habitants, la consommation restreinte ne permet pas de profiter des derniers perfectionnements des machines et des pompes, le personnel est moins bien entraîné que dans les stations plus importantes et la nature de l'exploitation ne permet pas un bon rendement économique. De plus, aux États-Unis, toutes les villes dont la population est supérieure à 300 000 habitants, excepté San-Francisco, ont une distribution municipale; c'est donc dans les stations des villes de 50 000 à 300 000 habitants que se trouvent les usines élévatoires fonctionnant dans les meilleures conditions économiques.

L'influence d'une bonne direction et du zèle d'un personnel bien éduqué sur le rendement économique est considérable.

La nature de l'eau d'alimentation et la qualité de l'huile de graissage des cylindres sont des facteurs importants du rendement des chaudières. En outre des accidents dont elle est souvent la cause, la présence d'une quantité notable d'huile dans les bouilleurs nuit à la vaporisation. Il faut chercher à réduire la quantité d'huile employée au graissage des cylindres en n'utilisant que des produits d'excellente qualité. De plus, avant le refoulement aux chaudières, l'eau condensée doit être séparée de l'huile émulsionnée dans le condenseur; l'auteur conseille l'emploi de filtres à sable sans coagulant.

HYGIÈNE

Précautions édictées pour la manipulation du linge sale. — Dans un mémoire publié par la *Revue d'Hygiène*, du 20 juillet, MM. WURTZ, Membre du Comité consultatif d'hygiène, et TANON, interne des hôpitaux, rappellent les dangers qu'entraîne la manipulation du linge sale et les efforts des Pouvoirs publics, en France, pour remédier aux causes de contagion qui en résultent. Les précautions à prendre pour les personnes chargées de la manipulation du linge ont été discutées dès 1904 par la Commission d'hygiène industrielle et ont fait l'objet d'un décret édicté tout récemment. Lors de la discussion de ce décret, les auteurs, désireux de préciser certains points en litige, ont contrôlé expérimentalement la valeur des opérations du blanchissage au point de vue de la désinfection du linge.

Après avoir décrit toutes les manipulations auxquelles est soumis le linge sale, depuis le moment où il est enlevé par le blanchisseur jusqu'à celui où il est rendu au client, ils montrent que c'est le *coulage* qui assure la désinfection totale des linges, à condition que sa durée soit d'au moins cinq heures. La dernière opération, le *repasseage*, n'est pas sans influence sur la désinfection du linge, surtout pratiqué avec les repasseuses à gaz.

MM. Wurtz et Tanon indiquent alors les expériences par lesquelles ils ont cherché à élucider à quel moment le linge infecté cesse d'être dangereux; ils ont à cet effet soumis un certain nombre de microbes pathogènes à l'action des lessives alcalines employées dans le blanchissage, en utilisant deux dispositifs différents : 1° de petits sacs de sable, fin et poreux, imbibés de bouillons microbiens; 2° des bandelettes de linge fin préalablement stérilisées et séchées, puis ensemencées dans différents bouillons de cultures et enrobées dans une solution de blanc d'œuf. Ces expériences ont confirmé l'action stérilisatrice du lessivage, prolongé pendant plusieurs heures à une température voisine de 100 degrés.

Il n'en est pas moins vrai que le linge, au cours de ces manipulations, principalement pendant le triage, peut être une source de dangers pour la santé publique : ce sont ces cas que vise le décret du 14 avril 1905. Quelques remarques présentées par les auteurs, au sujet de l'application de ce décret, portent sur la seconde revaccination du personnel, difficilement exigible pour le personnel féminin, sur la difficulté d'application, dans les petites blanchisseries, des mesures exigeant deux pièces distinctes pour la manipulation du linge sale et celle du linge repassé, et enfin de celles relatives à l'évacuation des eaux d'essangage.

MÉCANIQUE

Pompe à piston de 500 chevaux pour l'élévation des eaux d'égout à Boston. — On vient d'installer à Boston, pour le service des égouts, une pompe qui est probablement la plus puissante pompe à piston qui existe au monde : elle peut éle-

ver à 13 mètres de hauteur 325 000 mètres cubes par vingt-quatre heures.

Cette pompe élève l'eau dans un réservoir de 225 000 mètres cubes destiné à lui donner une pression suffisante pour atteindre par gravité, dans la mer, un point d'écoulement assez éloigné du port pour ne pas l'envaser.

L'Engineering News, du 6 juillet, donne la description de cette pompe qui vient s'ajouter à un système de quatre autres élevant ensemble 600 000 mètres cubes par vingt-quatre heures.

L'auteur décrit successivement la machine à vapeur, la pompe, le bâti, les fondations, le condenseur, les soupapes à eau et la garniture spéciale des pistons plongeurs.

La machine à vapeur située au-dessus de la pompe est à triple expansion, à trois cylindres renversés de 0^m 47, 0^m 84 et 1^m 30 de diamètre et de 3 mètres de course, disposés en deux groupes : haute et moyenne pressions d'une part, basse pression de l'autre. Chacun de ces groupes actionne directement une pompe verticale située au-dessous de lui.

Les plongeurs à simple effet ont 1^m 50 de diamètre et 3 mètres de course; presque toute la surface du corps de pompe est occupée par les soupapes d'aspiration et de refoulement. Il y a par piston soixante-quatre soupapes d'aspiration ayant ensemble une surface de 5^m 36 et quarante-huit soupapes de refoulement ayant ensemble une surface de 2^m 25.

La pression de la vapeur est de 13 kilogr. Le volant, qui a 11 mètres de diamètre, tourne à 17 tours par minute.

Machines à travailler le bois. — M. VON DENFFER décrit, dans le *Dinglers Polytechnisches*, du 16 septembre, plusieurs machines-outils étudiées et construites par une maison de Riga (Russie) pour la fabrication de jantes en bois d'une seule pièce, destinées aux équipages militaires.

Les pièces de bois débitées, encore munies de leur aubier, sont grossièrement cintrées avec un recouvrement suffisant de leurs extrémités. Elles sont alors soumises au séchage, puis coupées à la longueur voulue pour que les extrémités soient abouées par pression mutuelle en donnant une jante du diamètre prévu. Les jantes brutes sont ensuite montées sur une scie qui les amène à l'épaisseur voulue en enlevant du bois sur chaque face. Elles sont, pour cela, fixées sur un plateau rotatif qui peut recevoir des pièces de 1^m 30 de diamètre et qui tourne lentement de façon à présenter successivement tout le pourtour de la jante à l'outil.

L'opération se fait en deux passes, une pour chaque face.

Cette machine peut travailler vingt jantes par heure.

Une autre machine travaille l'intérieur et une troisième machine l'extérieur de la jante, en s'attachant à ne pas trancher les fibres du bois, autant que leur régularité le permet.

Les surfaces sont travaillées par des toupies, et la jante est centrée et guidée par des organes appropriés. Ici encore, l'outil est fixe et la périphérie de la jante passe devant lui par un mouvement progressif imprimé au support de la pièce en travail.

MÉTALLURGIE

Fusibilité des laitiers des hauts fourneaux. — M. O. BOUDOUARD publie, dans la *Revue de Métallurgie*, de juin, les recherches qu'il a faites sur la fusibilité des laitiers des hauts fourneaux. Cette fusibilité est d'ailleurs l'une des propriétés des laitiers les plus importantes à étudier. La température de fusion d'un laitier doit être voisine de celle du métal. Trop réfractaire, il nécessite une consommation de combustible inutile; d'autre part, un laitier visqueux, même s'il est beaucoup plus léger que le métal, peut former avec celui-ci une émulsion qui subsiste malgré un repos prolongé; il lui faut donc une grande fluidité pour éviter l'entraînement des globules de métal tenus en suspension.

L'auteur, qui s'est livré à une étude systématique de la fusibilité des silicates de chaux, des silicates d'alumine, des aluminates de chaux et des silicates aluminocalciques, expose tout d'abord les dispositifs expérimentaux qu'il a utilisés. Il donne ensuite les résultats obtenus et les résume en grande partie dans des tableaux et des graphiques.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Foyer fumivore pour charbons gras, système Cleary-Kavanagh. — L'Iron Age, du 29 juin, décrit ce foyer fumivore, tel qu'il a été installé pour une

chaudière à tubes de retour de flamme, mais le système peut s'adapter à tous les types de chaudières.

Il consiste à faire sortir les gaz provenant du foyer proprement dit par des ouvertures que laisse un garnissage en poteries réfractaires au-dessus et sur les côtés de la grille. Ces gaz se réunissent dans deux conduits parallèles à l'axe de la chaudière, et situés dans la maçonnerie, à droite et à gauche de la grille; les gaz redescendent ensuite, au niveau du cendrier, dans une chambre de mélange où arrive de l'air chaud.

Cet air est admis dans la chambre de mélange par quatre conduits parallèles aux conduits de gaz, et situés au-dessus et au-dessous de chacun de ces conduits. Les quatre conduits amènent l'air comme le gaz dans la chambre de mélange.

La combustion des gaz échauffés, ainsi que l'air, au contact des parois du foyer proprement dit a lieu dans une chambre spéciale, située en arrière du foyer, et où les gaz sont forcés de tourbillonner avant de s'échapper par des ouvertures très réduites.

L'adjonction de ce fumivore ne modifie pas la surface de grille théoriquement nécessaire; il n'a pour fonction que de brûler complètement les fumées formées sur la grille.

L'éclairage domestique à l'alcool. — M. SILZ, secrétaire général de l'Association des chimistes de sucrerie et de distillerie, dans une note présentée par M. SAGNIER, à la Société nationale d'Agriculture (Bulletin des séances de juin), met en valeur les avantages que présente l'emploi de l'alcool dans l'éclairage domestique. Il s'applique à combattre le préjugé qui fait considérer l'alcool comme un article de luxe, en montrant que, malgré la hausse qu'il a subie depuis deux ans et malgré la baisse du pétrole, la bougie-heure-alcool revient encore à meilleur marché que la bougie-heure-pétrole. L'économie réalisée est due à la possibilité de mieux utiliser avec l'alcool le manchon à incandescence.

A la suite des mesures photométriques qu'il a effectuées, M. Silz montre que si, actuellement, le litre de pétrole coûte 52 centimes et celui d'alcool 55 centimes, le prix de revient de 1 000 bougies-heure-pétrole s'élève, en chiffres ronds, à 2 francs, tandis que 1 000 bougies-heure-alcool coûtent à peine 1 franc.

Il attribue en partie la défaveur des lampes à alcool aux frais qu'entraîne le remplacement des verres, manchons et mèches de ces appareils, et conseille pour y remédier l'emploi des verres de mica. L'auteur estime que le perfectionnement des lampes a beaucoup contribué au développement, en Allemagne, de la consommation de l'alcool industriel qui atteignit, en 1903, 1300 000 hectolitres, dépassant de 110 000 hectolitres la consommation de l'année précédente.

Il montre enfin que l'éclairage à l'alcool peut rivaliser avec l'électricité, non seulement au point de vue économique, mais encore en ce qui concerne l'hygiène de la vue.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

Essais au choc des mélanges d'asphalte pour chaussées. — L'Engineering Record, du 8 juillet, publie un mémoire de MM. C. RICHARDSON et C. FORREST présenté à l'American Society for Testing Materials et relatif à l'essai au choc de mélanges d'asphalte employés pour la construction des chaussées.

Ces essais ont été faits d'après la méthode employée par M. L. Page pour mesurer la dureté des roches; dans cette méthode, le choc est transmis à l'éprouvette par une pièce sphérique, ce qui facilite l'essai et réalise des conditions plus rapprochées de celles de la pratique que quand la transmission du choc se fait au moyen d'une surface plane.

Après avoir rapporté les essais de M. Page, les auteurs décrivent la préparation des éprouvettes de mélanges d'asphalte; ce sont des cylindres de 25 millimètres de hauteur et de 32 millimètres de diamètre.

Chacune des éprouvettes est soumise jusqu'à rupture à une série de coups, pour lesquels la hauteur de chute du marteau, qui est d'abord de 1 centimètre, augmente de 1 centimètre à chaque coup. Le nombre des coups mesure la résistance.

Les auteurs justifient cette manière de voir et donnent des tableaux et graphiques comparatifs résumant les essais d'un grand nombre de mélanges

neufs ou usagés d'asphalte à différentes températures sans ou avec immersion dans l'eau, laquelle a pour effet de diminuer la résistance.

Calcul des cheminées en tôle sans haubans. — M. J. ADAMS étudie, dans l'Engineering News, du 20 juillet, la construction des cheminées en tôle sans haubans. Ces cheminées doivent avoir : 1° une épaisseur de tôles suffisante à la base pour résister aux efforts du vent; 2° des fondations assez stables pour éviter leur renversement sous les mêmes efforts; 3° une liaison suffisante entre ces deux parties.

L'auteur calcule l'épaisseur nécessaire à la base, qui est le point d'effort maximum dû au vent en supposant la section constante et en ne tenant pas compte des autres influences qui sont le plus souvent négligeables; il trouve une formule de la forme

$$e = k \frac{H^2}{D}$$

e est l'épaisseur des tôles, H la hauteur de la cheminée et D son diamètre; k est une constante qui dépend des unités employées et de la pression adoptée pour le vent.

Avec cette formule, l'auteur calcule l'épaisseur pour dix-neuf cheminées de hauteurs comprises entre 20 et 76 mètres, en faisant varier le diamètre un certain nombre de fois pour chacune de ces cheminées entre les limites extrêmes de 1 mètre et 3^m 60, et dresse un tableau des résultats obtenus.

Il calcule ensuite le diamètre de la fondation supposée cylindrique, de diamètre d et de hauteur h . Il trouve pour ce diamètre la formule :

$$d = k' \sqrt[4]{H^2}$$

dans laquelle k' est une constante dépendant des unités, du coefficient de sécurité et du poids de l'unité de volume de béton adopté. Il dresse également un tableau des dimensions trouvées à l'aide de cette formule pour les cheminées dont les dimensions correspondent à celles du premier tableau.

L'ancrage dépend de trois conditions : le nombre de boulons, leur diamètre et celui de la circonférence suivant laquelle ils sont distribués. Ce diamètre et le nombre de boulons n sont arbitraires. On prend souvent pour ce diamètre $d' = \frac{2}{3} d$; l'auteur calcule la section des boulons pour un nombre n donné en supposant qu'ils travaillent tous à la tension avec des efforts proportionnels à leur distance à la tangente au cercle d' ; il trouve : pour le diamètre b d'un boulon

$$b = k'' H \sqrt[4]{D}$$

k'' variant avec la pression du vent, le nombre de boulons et les unités adoptées.

Il dresse un troisième tableau donnant le diamètre b pour les mêmes cheminées que précédemment, en supposant le nombre de boulons égal à 12, 18 ou 24 suivant les dimensions de ces cheminées.

Il termine en indiquant le mode d'emploi des formules précédentes pour la construction des cheminées dont le diamètre décroît à mesure que l'on s'élève.

TRAMWAYS

Étude sur le rendement des moteurs de tramway pour voie étroite, des Ateliers d'Oerlikon. — Les Ateliers d'Oerlikon, qui ont étudié l'année dernière un type de moteurs à courant continu de 70 à 100 chevaux, pour tensions de 700 à 1 000 volts, en vue d'équiper plusieurs tramways à voie étroite, par exemple celui de Montreux-Oberland, ont soumis ce type à une série d'essais. Ceux-ci ont spécialement pour but la détermination des pertes de puissance dans les paliers et les engrenages.

M. KUMMER, Ingénieur à Oerlikon, rend compte dans la *Schweiz. Bauzeit.*, du 16 septembre, de ces essais, qui ont eu lieu en couplant ensemble deux moteurs identiques, l'un fonctionnant en génératrice avec excitation indépendante et variable, l'autre comme moteur-série à tension constante, ou comme moteur-série à excitation indépendante, et tantôt à vitesse constante, tantôt à couple moteur constant.

L'auteur établit les formules de rendement d'un moteur en fonction des différentes grandeurs que ce dispositif expérimental permet de mesurer, et reproduit les diagrammes relevés sur les moteurs d'Oerlikon.

TRAVAUX PUBLICS

Inconvénients et avantages comparés des docks flottants et des cales fixes. — L'Etat de Massachusetts a fait étudier, l'an dernier, la construction d'une quatrième cale de radoub aux frais de cet Etat dans le port de Boston. *L'Engineering News*, du 20 juillet, reproduit la partie du rapport de la Commission instituée à cet effet, ayant trait aux avantages comparés des docks flottants et des cales fixes.

Les avis des armateurs et des constructeurs sont partagés sur ce sujet et le choix de l'un ou l'autre type de bassin de radoub est souvent déterminé par les plus ou moins grandes facilités de construction de ces types dans la localité où ils doivent être établis et surtout par les profondeurs d'eau et la résistance du sol qui facilite la construction des cales fixes; la profondeur doit être plus grande pour le dock flottant.

Dans le dock flottant, le bateau est plus élevé que lorsqu'il flotte sur la mer, ce qui facilite l'accès de l'air et de la lumière. Le dock flottant est déplaçable; il est d'un emploi plus souple que la cale fixe, mais il a ses avantages ou ses inconvénients suivant la nature de la réparation à effectuer. C'est ainsi qu'il peut servir à un bateau plus long que la longueur prévue pour ce dock. Il est moins cher et de construction plus rapide que la cale fixe, mais son entretien est plus onéreux.

Dans une cale fixe la machinerie peut servir à plusieurs cales; mais la quantité d'eau à pomper est plus grande que dans un dock flottant. Le temps de mise en cale, avec des pompes appropriées, n'en est guère affecté, d'autant plus que la fixité et l'espace plus grand facilitent cette entrée en cale fixe. Cependant on estime parfois que la mise en cale fixe exige deux fois plus de temps que la mise en cale flottante. Dans les cales fixes des ports soumis à la marée, on peut réduire la quantité d'eau à pomper et réaliser une grande économie.

Le rapport appuie ses conclusions sur l'opinion d'un grand nombre de constructeurs et d'armateurs.

Travaux du port de Fishguard (Irlande). — Une nouvelle ligne de vapeurs entre l'Angleterre et le sud de l'Irlande sera mise en service l'an prochain. Cette ligne part du nouveau port de Fishguard dans le North-Pembrokeshire et aboutit au port irlandais de Rosslare. M. H. ARCHER décrit, dans *l'Engineering*, du 11 août, les travaux entrepris il y a sept ans pour la création du port de Fishguard et les modifications apportées au port de Rosslare.

Les travaux de Fishguard comprennent :

- 1° La construction de quais de 800 mètres de longueur et de 76 mètres de largeur moyenne;
- 2° La construction d'un mur de quai de 335 mètres de longueur;
- 3° La construction d'un brise-lames de 600 mètres de longueur, de 90 mètres de largeur à la base et 20 mètres de largeur à la partie supérieure, ayant 25 mètres de hauteur et dépassant de 6 mètres les hautes eaux;

4° La construction de bureaux, ateliers d'une gare pour voyageurs et d'une station centrale.

Le matériel du port comprendra neuf grues électriques de 10 mètres de rayon et une grue à charbon de 21 tonnes. La profondeur de l'eau aux quais sera de 6 mètres aux basses eaux. Les travaux ont nécessité l'excavation de 2 500 000 tonnes de roc dont 1 250 000 tonnes ont été employées aux brise-lames. On doit construire un phare à l'extrémité de celui-ci.

On construit actuellement pour le service des voyageurs trois vapeurs à turbines devant filer 23 nœuds.

Le trajet de Fishguard à Rosslare demandera deux heures quarante-cinq minutes.

Étude sur les caissons à air comprimé pour la construction des piles de ponts. — L'emploi du premier caisson en Angleterre pour la construction des ponts remonte à 1778, époque à laquelle Smeaton y eut recours pour la reprise en sous-œuvre des piles du pont d'Hexham, sur la Tyne, qui avaient été déchaussées par une crue pendant la construction. Son application à la construction même des fondations des piles de ponts n'a été cependant adoptée en Angleterre qu'en 1851, pour la construction du pont de Rochester.

M. G. BOYCORR passe en revue, dans *l'Engineer*, des 4 et 11 août, les différents systèmes de caissons employés en Angleterre depuis cette date, et notam-

ment pour la construction des ponts suivants: de Chepstow sur la Wye, de Saltash sur le Tamar, de Londonderry, du Forth, de Stockton sur la Tee, de Conway, de Barmouth, de Redheugh.

Il décrit en détail le caisson du nouveau pont sur la Tyne qui est en voie d'achèvement. Ce caisson diffère des autres en ce qu'il n'est pas cylindrique, mais suit la forme de la pile en maçonnerie qui le surmonte. Ce caisson a 34^m 50 × 10^m 60 en plan; la chambre de travail a 2^m 50 de hauteur moyenne; l'auteur en fait une description complète et indique comment il a été établi. Il termine en signalant l'emploi de caissons en bois aux États-Unis, les malaises éprouvés par les ouvriers, les précautions à prendre relativement à ces malaises, et donne un tableau indiquant pour tous les ponts précités l'année de construction, le type de caisson, leurs matériaux, l'épaisseur des tôles, le diamètre des caissons cylindriques, la surface couverte par le caisson, la profondeur du travail et le nombre d'accidents lorsqu'il s'en est produit.

Approfondissement des cales de radoub à Barrow-in-Furness (Angleterre). — L'accroissement du tirant d'eau des navires construits dans ces dernières années, nécessite l'approfondissement des bassins et des écluses dans un grand nombre de ports. Dans le port de Barrow-in-Furness, où se trouvent les chantiers de construction et ateliers de la Compagnie de Vickers Sons et Maxim, on a réalisé ces améliorations en 1901 à l'occasion de la construction d'un bâtiment de guerre japonais ayant 8^m 30 de tirant d'eau, tandis que les bassins n'avaient que 7^m 30 de profondeur aux plus basses eaux.

M. L. SAVILLE donne, dans le *Bulletin of the Institution of Civil Engineers* (Proceedings de 1903-1904), la description de ces travaux et plus spécialement ceux qui sont relatifs à l'abaissement de 1^m 80 du seuil de l'écluse, soit à 9^m 10 au-dessous des basses eaux, et la substitution de caissons glissants aux portes d'écluse, du côté du bassin.

Cette écluse se trouve précédée d'un petit bassin d'éclusement de 9^m 10 de profondeur comme la partie de l'écluse qui lui est adjacente; ce bassin a été transformé et muni de quais et d'un outillage de chargement avant le commencement des travaux de l'écluse afin de permettre aux navires de plus de 5^m 50 de tirant d'eau de trouver accès au port pendant les travaux; les navires ayant moins de 5^m 50 pouvaient entrer dans le bassin par une autre écluse. Cela fait, on établit un batardeau dans le bassin à l'entrée de l'écluse, on enleva les portes de ce côté et l'on acheva de creuser le logement du caisson glissant; puis on enleva le seuil qu'on se proposait d'abaisser pour pouvoir exécuter les fondations du nouveau seuil et ce seuil lui-même.

Le caisson glissant a, sur les anciennes portes, les avantages suivants: il permet de résister aux pressions des deux côtés, ce qui permet d'écluser lorsque le niveau de la mer dépasse 9^m 10 au-dessus du seuil, sans risquer de faire déborder le bassin.

Il forme en outre un pont de 3^m 60 de largeur permettant de franchir l'écluse.

Ouvrages récemment parus.

Étude théorique et pratique de l'Incendie, ses causes, sa prévention, son extinction, par Félix MICHOTTE, Ingénieur des Arts et Manufactures, président du Comité technique contre l'incendie. — Un volume in-8° de 564 pages, avec 135 figures. — V^e Ch. Dunod, éditeur, Paris, 1905. — Prix: broché, 15 francs; cartonné, 16 fr. 50.

Les observations et études pratiques de l'auteur, jointes à ses connaissances théoriques, lui ont permis d'exposer d'une façon complète, nette et précise, nos connaissances actuelles en matière d'incendie, tant au point de vue préventif qu'à celui des premiers secours ou de l'attaque.

L'ingénieur et l'architecte trouveront, dans ce volume, les notions nécessaires pour construire des bâtiments réellement à l'épreuve du feu. L'industriel connaîtra exactement les dangers de son industrie, les moyens de les prévenir et d'en éviter le développement par des moyens simples et peu coûteux. Il y trouvera également le moyen, en réduisant ses risques, de faire diminuer ses primes d'assurance, ainsi que les responsabilités qu'il encourt juridiquement en raison de son exploitation et du fait même de son assurance. L'auteur a tiré largement parti de l'enseignement qu'on peut tirer des grands incendies qui se sont produits récemment aux États-Unis, où la construction *fireproof* est généralisée.

Les Compagnies d'assurances y puiseront l'indication des mesures à recommander à leurs abonnés, de préférence à celles actuellement imposées, mais que la pratique n'a nullement justifiées.

Les municipalités y trouveront les renseignements leur permettant de prendre des mesures efficaces, au lieu des dispositions illusoires, ou même dangereuses, trop souvent prescrites après une catastrophe.

Les pompiers trouveront également une étude complète sur le feu, ses dangers, ses divers moyens d'extinction, les risques présentés par les diverses constructions et les diverses industries.

Les différents chapitres de l'ouvrage traitent successivement, pour les deux premières parties: du feu et des divers moyens d'extinction, des causes d'incendie, de la défense contre le feu et des matériaux résistant au feu, des moyens préventifs, du matériel d'extinction, des engins de sauvetage. La troisième partie étudie l'application des moyens généraux indiqués précédemment à la ville, à la campagne, dans les théâtres, les usines, les mines, sur les chemins de fer, bateaux, automobiles.

La quatrième partie traite des usines classées, des précautions imposées et de la législation qui les concerne.

Matoni e pietre di sabbia e calce (Arenoliti) (Les briques à base de silice et de chaux), par E. SRÖFLER et M. GLASENAPP. — Un volume in-8° de 232 pages, avec 85 figures et 3 planches. — Ulrico Hoepli, éditeur, Milan, 1905. — Prix: relié, 3 lire.

Ce manuel traite de l'industrie toute récente des briques à base de sable et de chaux, produits auxquels on a donné le nom d'arénolithes ou de silico-calcaires.

Les auteurs résument brièvement l'historique des premiers essais de fabrication de ces produits et montrent comment celle-ci est devenue industrielle avec le procédé Michaelis utilisant les autoclaves. Cette industrie, qui se développe surtout en Allemagne, comporte déjà environ 150 usines produisant annuellement plus de 400 millions de briques.

Dans cet ouvrage, sont exposés successivement :

- 1° La théorie chimique de la fabrication: formation d'hydrosilicate et de carbonate de chaux; influence de la nature du sable et des éléments auxiliaires sur la formation de l'hydrosilicate;
- 2° L'étude des matières premières: influence de leur composition et de leurs dimensions;
- 3° La préparation des matières premières: appareils d'extinction de la chaux; lavage et triage du sable, fabrication du sable artificiel;
- 4° Le mélange de la chaux et du sable: malaxeurs continus ou intermittents;
- 5° Le moulage du mélange se faisant avec deux classes de presses, les unes à pression sur une des faces principales, les autres à pression sur les faces latérales;
- 6° Le durcissement des briques: actuellement on travaille à 8 atmosphères, on cherche à passer à 10. Les grands autoclaves contiennent 10 000 briques. Les auteurs exposent le calcul de ces appareils.

Entwerfen und Berechnen der Verbrennungsmotoren (Calcul des moteurs à explosions), par Hugo GULDNER, Ingénieur, directeur de la Guldner-Motoren-Gesellschaft, à Munich; 2^e édition, revue et augmentée. — Un volume, grand in-8° de 625 pages, avec 800 figures et 30 planches hors texte. — Julius Springer, éditeur, Berlin, 1905. — Prix: relié, 24 marks.

Le compte rendu que le *Génie Civil* a consacré tout récemment (1) à la traduction française de l'important traité de M. Hugo Guldner nous dispense d'en refaire en détail l'analyse. Bornons-nous à signaler le point de vue tout pratique auquel l'auteur a voulu se placer, en accumulant les documents graphiques empruntés aux installations et aux types de moteurs qui ont fait leurs preuves, et en donnant ainsi aux constructeurs un choix considérable d'exemples qui leur seront une base solide pour de nouvelles études et de nouveaux perfectionnements.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 46, p. 272.

Le Gérant: H. AVOIRON.

IMPRIMERIE CHAIX, RUE BERGÈRE, 20, PARIS.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Mécanique** : Grille pour l'enlèvement automatique des matières charriées par les eaux, p. 385. — **Métallurgie** : Emplois du vanadium en métallurgie, p. 387; LÉON GUILLET. — **Travaux publics** : Portes flottantes des nouvelles formes de radoub du port de Kiel (*planche XXIV*), p. 388. — **Agriculture** : L'agriculture à l'Exposition de Liège 1905 (*suite et fin*), p. 390; G. COUPAN. — **Mécanique** : Explosion d'une chaudière de locomotive à la gare Saint-Lazare (Paris), p. 394. — **Variétés** : Régulateur élec-

trique automatique pour moteurs d'automobiles, p. 396; — Emploi de l'air liquide et du charbon pour la production du vide et des gaz purs, p. 397; — Appareil pour la vérification des balances industrielles à bras inégaux, p. 397.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Académie des Sciences (2 octobre 1905), p. 398. — BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 398; — Ouvrages récemment parus, p. 400.

Planche XXIV : Portes flottantes des nouvelles formes de radoub du port de Kiel.

MÉCANIQUE

GRILLE POUR L'ENLÈVEMENT AUTOMATIQUE des matières charriées par les eaux.

Dans un grand nombre de circonstances, il est important de débarrasser les eaux des fleuves ou des égouts de certaines matières géné-

L'inconvénient du feutrage s'est souvent manifesté dans les usines hydrauliques, notamment au moment de la chute des feuilles ou lors des fortes gelées quand de fines aiguilles de glace se forment au sein de l'eau et y restent en suspension ⁽¹⁾. Dans maintes circonstances, il a été jusqu'à entraver complètement le fonctionnement des turbines. Indépendamment de ce cas exceptionnel, le nettoyage des grilles, forcément intermittent, reste une opération incommode, longue et coûteuse.

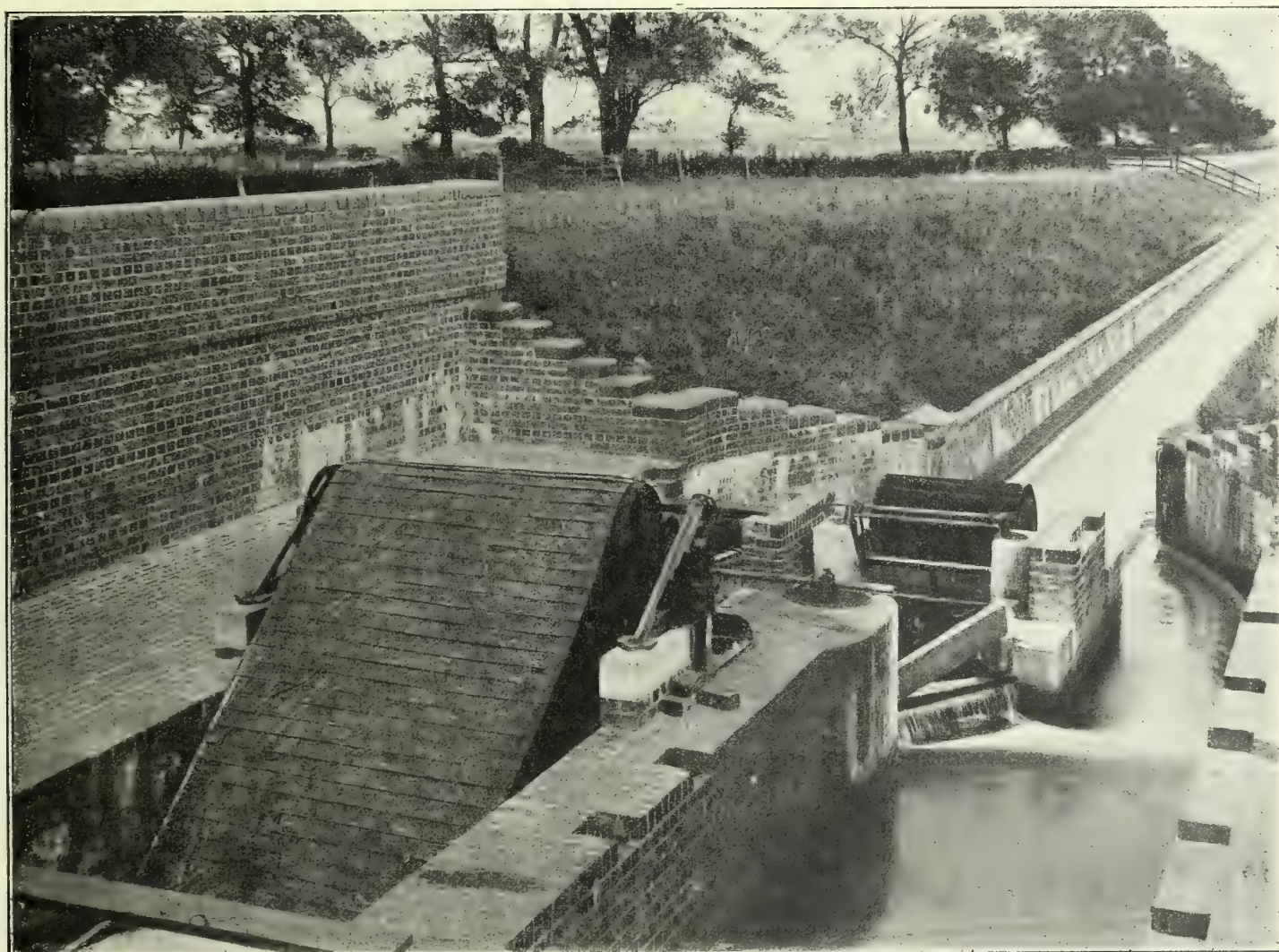


FIG. 1. — GRILLE A NETTOYAGE AUTOMATIQUE : Installation de Minworth, à Birmingham (Angleterre).

ralement assez volumineuses qui y flottent ou qui y sont en suspension. Pour que les grilles fixes employées le plus souvent à cet usage continuent à agir efficacement, il est essentiel qu'elles soient débarrassées régulièrement des corps qu'elles ont arrêtés et qui, venant se déposer à leur surface, forment bien vite un feutrage ayant pour effet de diminuer la section offerte au passage des eaux et par conséquent le débit.

La même nécessité du tamisage s'impose pour les usines qui traitent les eaux d'égouts par la méthode bactériologique avant de les déverser dans les fleuves ou de pratiquer l'épandage. Les pailles, papiers, feuilles, débris de légumes, etc., généralement volumineux et non susceptibles de fermentation immédiate, do vent être

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 17, p. 287.

séparés avant que les eaux ne soient envoyées au *septic tank*. Sans cette précaution, ces bassins s'ensaiseraient très rapidement et le fonctionnement des filtres et lits de contact deviendrait pratiquement impossible. Ici, la difficulté du nettoyage se complique de ce que la manipulation est malodorante, très désagréable et doit être répétée très fréquemment: aussi, dans certaines installations, a-t-on cherché à

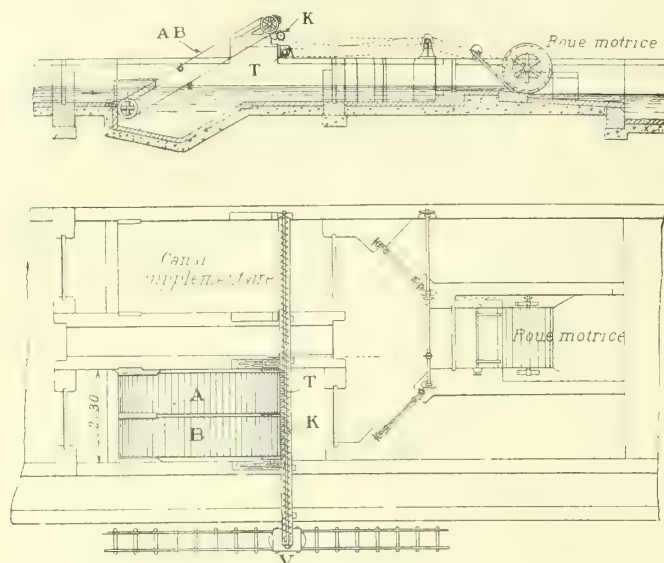


FIG. 2 et 3. — Coupe longitudinale et plan de l'installation de Cole Valley, à Birmingham (Angleterre).

supprimer ces inconvénients et à rendre l'opération automatique. C'est ce qui a été fait d'une façon satisfaisante depuis quelque temps dans plusieurs villes d'Angleterre et notamment à Birmingham aux usines d'épuration récemment installées à Minworth (fig. 1) et à Cole Valley (fig. 2 à 5) par MM. John Smith et Co.

Dans ce système, le tamis comporte une ou deux toiles métalliques mobiles A et B sans fin (fig. 1 à 4) qui présentent cette particularité de devoir leur mouvement à l'action d'une roue hydraulique

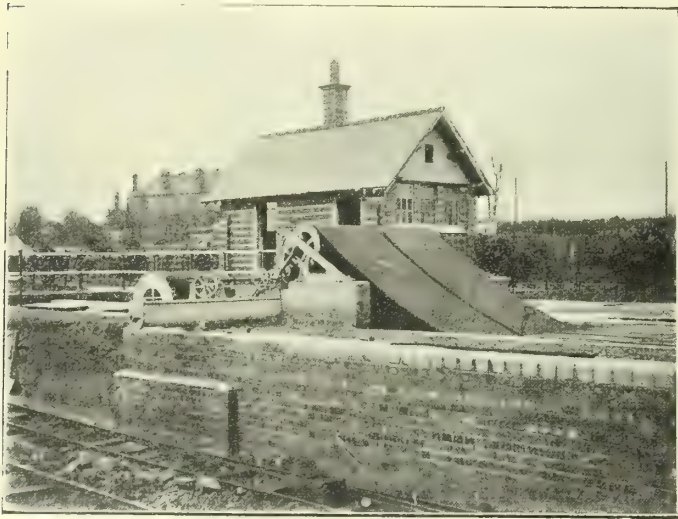


FIG. 4. — Vue d'ensemble de l'installation de Cole Valley, à Birmingham (Angleterre).

mue par l'eau d'égout elle-même après qu'elle a été tamisée. Il suffit de disposer d'une chute de quelques décimètres pour que ce mode d'installation soit possible. La roue hydraulique est du type en dessous, genre Poncelet, et, le tamisage étant parfait, son fonctionnement ne laisse rien à désirer.

Le tamis est incliné suivant un angle très aigu par rapport à l'horizontale, et passe sur deux tambours d'extrémité qui assurent à la fois son entraînement et sa tension. Le tambour inférieur est immergé dans l'eau d'égout à tamiser; quant au tambour supérieur, il est hors d'eau et peut être déplacé de façon à obtenir une tension convenable de la toile au moyen de coussinets mobiles sur lesquels il est monté. Des dispositions particulières sont prises pour que les matières ne

s'interposent pas entre les bords de la toile et ceux du canal d'amenée. La toile, se déplaçant d'un mouvement continu de bas en haut, est traversée entièrement par les eaux qui y déposent les matières en suspension; celles-ci restent adhérentes par suite de la faible pente de la grille et de la pression des eaux qui les a appliquées assez fortement dans les parties perforées de la toile. Sur le bâti du tambour supérieur est montée une brosse cylindrique K (fig. 2 et 3), analogue à celles des balayeuses mécaniques employées pour le service de voirie des villes, et qui tourne d'une façon continue en sens inverse du tambour et plus vite que celui-ci, grâce au système de transmission; le nettoyage se fait très bien. Les matières détachées sont envoyées dans une auge transversale où une vis sans fin T mue, elle aussi par la roue hydraulique, les entraîne et les déverse dans des wagonnets V placés sur des voies latérales.

Des rouleaux, sur lesquels s'appuie le brin montant de la toile, empêchent qu'il ne s'incurve d'une façon trop prononcée sous la poussée qui résulte de la vitesse quelquefois très grande de l'eau dans le canal.

Tous les appareils sont mis en mouvement par la roue hydraulique au moyen de chaînes et d'engrenages; le fonctionnement est absolument régulier; l'appareil marche nuit et jour sans nécessiter aucune surveillance.

Cette disposition utilisant la chute des eaux d'égout elles-mêmes est évidemment la plus simple et la plus économique; elle est aussi la plus efficace, car si le débit du canal d'amenée vient à augmenter pour une raison ou pour une autre, la vitesse de la roue, des toiles et du transporteur à vis augmente également et suffit toujours à traiter la quantité de matières apportées par les eaux. Le réglage se fait donc automatiquement. A Bradford, où il n'y a pas eu possibilité de créer une chute d'eau, on actionne le mécanisme avec un moteur à gaz. On prévoit même pour quelques installations futures d'assez grande étendue, la possibilité d'utiliser les matières séparées comme combustibles dans le générateur du petit moteur à vapeur qui actionnera l'ensemble des toiles.

A Cole Valley, près de Birmingham (fig. 2 à 5), les installations de filtrage ont été prévues en double, en ce sens que la roue hydraulique unique peut commander le mouvement de deux doubles grilles, disposées parallèlement sur deux canaux placés symétriquement par rapport au canal de la roue hydraulique; chaque grille peut fonctionner indépendamment, grâce à des vannes spéciales; pour l'instant une seule des doubles toiles est en service, on montera l'autre quand le besoin s'en fera sentir, eu égard au volume des eaux d'égouts.

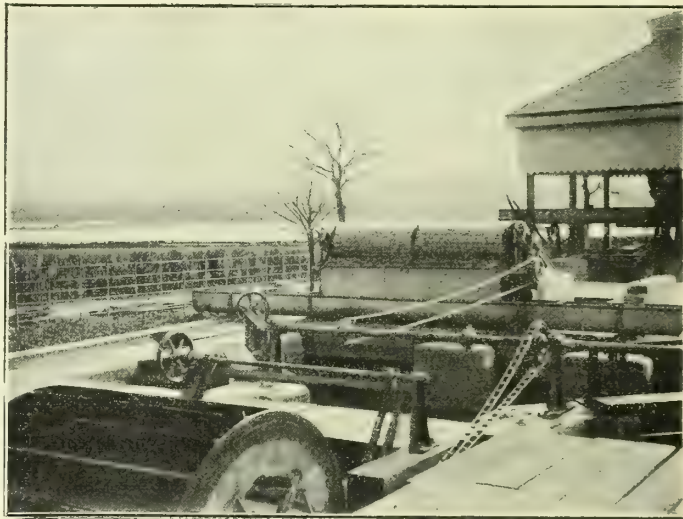


FIG. 5. — Installation de Cole Valley: vue de la roue motrice et du mécanisme.

On a disposé deux toiles pour éviter d'avoir une toile unique occupant toute la largeur de 2^m 30, beaucoup trop considérable pour que le fonctionnement soit satisfaisant. Ce jumelage n'apporte d'ailleurs aucune complication. Cependant l'emploi d'une seule toile (fig. 1) est le plus ordinaire. L'installation actuelle de Cole Valley permet, avec une seule double toile en service, de tamiser 13 500 mètres cubes d'eaux d'égouts par vingt-quatre heures.

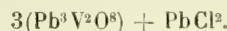
Le débit de ces appareils, dans les différentes installations qui ont été faites, varie de 450 à 13 500 mètres cubes par vingt-quatre heures; au delà de ce dernier chiffre, on installe plusieurs canaux parallèlement, comme on l'a fait à Cole Valley.

D. B.

MÉTALLURGIE

EMPLOIS DU VANADIUM EN MÉTALLURGIE ⁽¹⁾

Minerais de vanadium. — Le principal minerai de vanadium est la vanadinite (chlorovanadate de plomb) dont la formule est approximativement :



Le tableau suivant donne quelques analyses, dues à MM. L'Hôte (1), Damour (2), Berzélius (3) et Thomson (4), de minerais de vanadium :

TABLEAU I.

	1	2	3	4
Acide vanadique	14,42	15,86	22,43	23,42
Chlorure de plomb	"	8,89	10,34	9,52
Oxyde de plomb	13,08	63,72	68,51	66,32
Oxyde de fer	3,08	"	0,30	0,16
Oxyde de manganèse	1,57	"	0,10	"
Oxyde de cuivre	10,01	2,96	"	0,0
Oxyde de zinc	0,26	6,33	"	0,0
Oxyde arsénieux	0,46	"	traces	0,0
Silice et alumine	13,20	"	0,2	0,1
Chaux	3,48	"	0,2	"
Pertes par combustion	8,44	3,80	"	"

Les principaux dépôts de vanadium se trouvent dans la Sierra de Cordoue, dans la République Argentine, dans l'Arizona, au Mexique et en Europe où l'on exploite trois gisements.

Un autre minerai de vanadium, assez rare, est la descloizite ou vanadite qui, d'après Damour, est un pyrovanadate de plomb et de zinc. Un grand nombre de minerais contiennent du vanadium en petites quantités, parmi lesquels on peut citer la carnotite, l'urane oxydulé, les bauxites, etc. Enfin, quelques charbons et anthracites de l'Amérique du Sud sont vanadières et l'on sait également que les usines du Creusot peuvent extraire le vanadium de certaines scories. On jugera de l'importance de ces charbons et anthracites de l'Amérique du Sud, si l'on observe que le pourcentage de vanadium contenu dans leurs cendres atteint parfois jusqu'à 25 %, notamment pour ceux provenant des gisements du Yauli, au Pérou. Mais les seuls dépôts de ces minerais régulièrement exploités sont ceux de vanadinite.

Nous n'insisterons pas sur les différentes méthodes qui ont été proposées pour leurs traitements, il suffira de dire que, dans certains cas (nouveaux alliages de vanadium), on les traite par le bisulfite de sodium, ou par le carbonate de sodium et le carbone (Herrenschmidt). Le minerai traité est un vanadate de plomb tiré des mines de Santa-Marta, en Espagne. Il renferme 12 à 14 % d'acide vanadique et, en moyenne, 50 % de plomb.

Ce minerai, d'après M. Herrenschmidt, est fondu dans un four à réverbère avec du carbonate de sodium et du charbon. Il se forme du plomb métallique contenant la totalité de l'argent en même temps qu'une scorie renfermant des vanadate, aluminate et silicate de sodium, et de l'oxyde de fer. Pour rendre soluble dans l'eau cette scorie qui ne se dissout que faiblement, on la fond dans un four à réverbère et, après fusion, on envoie de l'air dans la masse jusqu'à ce que le vanadium soit complètement oxydé. On verse alors la masse dans l'eau bouillante pour la granuler et on lave. Après trois lessives les résidus consistent principalement en alumine, silice et oxyde de fer qui ne renferment pas plus de 2 % d'acide vanadique et comme, par tonne de minerai traité, il ne reste que 282 kilogr. de ce résidu, on obtient en solution 95 % d'acide vanadique contenu dans le minerai. Finalement, les résidus sont traités par l'acide sulfurique. La solution de vanadate de sodium ne contient pas d'alumine et, même si l'on ajoute de l'aluminate de sodium à la solution de vanadate, l'alumine se précipite.

Pour éliminer la silice contenue dans le vanadate de sodium impur, on a adopté la méthode suivante : on évapore une certaine quantité de vanadate jusqu'à consistance sirupeuse et l'on y ajoute de l'acide sulfurique à 66 degrés Baumé ; il se forme de l'acide vanadique et du sulfate de sodium ; mais le vanadium n'est pas précipité en entier, il reste dans la liqueur environ 10 % de la teneur originale de la solution. On place donc le mélange en contact avec la solution de vanadium impur et, après avoir énergiquement agité, on le passe au papier filtre. La totalité de la silice contenue dans le silicate de sodium est ainsi précipitée, pendant que le vanadium reste en solution.

La solution alcaline de vanadate, débarrassée de la silice, ne contient pas d'autres impuretés ; elle est concentrée et le vanadium précipité par un excès d'acide sulfurique. On l'évapore à siccité pour enlever l'excès d'acide sulfurique et on lave. On obtient de la sorte de l'acide vanadique à 92-95 % de pureté, les 5 à 8 % de matières étrangères en présence provenant des liqueurs de lavage que l'on doit employer en grandes quantités.

Métal. — Le vanadium a été découvert au laboratoire de Berzélius, en 1830, par Sefstroem dans les circonstances suivantes : Rinmann avait fait remarquer qu'un fer fragile soumis à l'action de l'acide chlorhydrique déposait une substance résiduelle noire qui ne se rencontra pas dans les aciers non fragiles. Sefstroem appliqua cette méthode à un fer supposé non fragile et il découvrit une réaction analogue qui lui parut anormale. Il examina le résidu obtenu et constata la présence d'un nouvel élément qu'il réussit plus tard à extraire des scories de raffinage. Il lui donna le nom de vanadium, de Vanadis, nom de Freya, déesse de la mythologie scandinave.

Préparation. — Les premiers investigateurs qui se sont consacrés à la préparation du vanadium ont fréquemment confondu le métal avec ses oxydes. C'est à sir Henry Roscoe que revient l'honneur d'avoir le premier préparé le métal par réduction du chlorure à la chaleur rouge, au moyen de l'oxygène ; en employant de 1 à 4 grammes de chlorure, on doit le chauffer de quarante à quatre-vingts heures à la chaleur rouge pour le réduire.

Ceci constitue la seule méthode de préparation du vanadium. M. Moissan n'a pas réussi, même au four électrique, à obtenir autre chose que des carbures plus ou moins riches en vanadium et la méthode d'aluminothermie ne paraît pas susceptible de donner du vanadium pur. On doit toutefois mentionner que M. Gin a fait breveter (1903) un procédé consistant à électrolyser une solution de fluorure ferrique dans le chlorure de calcium fondu. L'anode soluble est formée d'un mélange adhérent de trioxyde de vanadium et de carbone, bon conducteur, et la cathode est en acier. Ce procédé n'a pas dépassé la phase expérimentale.

Propriétés. — Le vanadium préparé par Roscoe est une poudre métallique grise, ayant une densité de 5,50, à 15 degrés ; il n'est ni volatil, ni fusible à 1 800 degrés. Chauffé à l'air, il devient brun, puis noir et finalement bleu, après quoi il se transforme en acide vanadique.

Emplois du vanadium autres que les emplois métallurgiques. — Les premières applications du vanadium ont été faites dans la préparation de certaines encres au tannate de vanadium noir (Berzélius) ou pyrogallate de vanadium (Boltberg), mais la seule application du vanadium en dehors de son emploi en métallurgie est celle qui en a été faite pour la première fois en 1870 : elle est basée essentiellement sur l'emploi du vanadium comme véhicule d'oxygène ; en fait, le vanadium est transformé rapidement par l'oxygène de l'air en acier vanadique. Mis en contact avec un agent réducteur, cet acide vanadique se transforme en une substance moins oxydée qui varie suivant les circonstances. Toutes les applications en dehors de son emploi principal sont basées sur ce principe, notamment son emploi en teinturerie ⁽¹⁾. Comme on le sait, les sels de vanadium ont entièrement remplacé le sulfure de cuivre dans la préparation des noirs d'aniline ; ils donnent de meilleurs résultats, ils sont plus denses, plus réguliers, plus faciles à contrôler et meilleur marché.

Les sels de vanadium sont également employés dans une certaine mesure dans la verrerie et la poterie et l'on a essayé de les appliquer en thérapeutique ; mais ils n'ont pas encore été généralement employés pour ce dernier usage.

Emplois du vanadium en métallurgie. — FERRO-VANADIUM. — On peut préparer le ferro-vanadium, soit au four électrique, soit par la méthode aluminothermique. Les frais de production des alliages obtenus par ces deux procédés nous ont été communiqués confidentiellement et il nous semble que l'aluminothermie est beaucoup trop coûteuse pour être employée à cet usage. La méthode présente, il est vrai, le grand avantage de donner des alliages ne contenant pas de carbone ; mais, comme on le verra plus loin, il est parfaitement possible d'obtenir, au four électrique, du ferro-vanadium renfermant très peu de carbone. Dans les deux cas, la réduction de l'acide vanadique se fait au four électrique, cette réduction s'effectuant par le carbone en présence du fer fondu. L'alliage obtenu est ensuite raffiné ; quelquefois on ajoute un peu d'aluminium à la charge pour aider à la réduction. Aux usines d'Albertville, où l'on produit d'assez grandes quantités de ferro-vanadium, on se sert d'un four à résistance du système Girod. Dans l'autre méthode, la réduction d'un mélange d'oxyde de fer et d'acide vanadique s'opère à l'aide de l'aluminium, d'après le principe posé par le docteur Goldschmidt ⁽²⁾. Pour obtenir une scorie plus fusible, on ajoute d'habitude un peu de carbonate de sodium.

⁽¹⁾ Résumé d'une communication faite au Congrès de l'Iron and Steel Institute, à Sheffield, le 27 septembre.

⁽²⁾ Bulletin de la Société Chimique, vol. XXXV, p. 45, 58 et 294.

⁽²⁾ Voir le *Genie Civil*, t. XXXVII, n° 25, p. 444.

L'analyse suivante donne la composition des spécimens exposés à Saint-Louis et à Liège par la Société d'Albertville (procédés Girod) :

Carbone	1,07 %
Vanadium	47,50 %
Silicium	0,09 %
Manganèse	0,07 %
Cuivre	0,01 %
Soufre	0,009 %

ACIERS AU VANADIUM. — Les aciers au vanadium (alliages de carbone-fer-vanadium) ont fait l'objet d'importantes recherches qui paraissent avoir élucidé les propriétés et les structures de ces alliages.

La découpe, par Sefstroem, du vanadium dans un fer suédois très doux et malléable, a montré que cet élément peut être présent dans certains produits métallurgiques, sans altérer leurs propriétés mécaniques. Sainte-Claire Deville et Caron ont attribué les qualités de certaines marques de fonte crue à la présence du vanadium et à d'autres constituants renfermant ce métal.

Les premiers essais sur les aciers au vanadium ont été publiés par les Aciéries de Firminy. M. Choubley, qui avait préparé ces aciers, employa, comme matières premières, un mélange d'oxyde de vanadium et d'aluminium pulvérisé. Il y a lieu de craindre que l'aluminium n'ait été ainsi introduit dans le bain, sans parler des impuretés qu'un pareil mélange doit contenir. Au début, un grand nombre d'essais donnèrent des résultats négatifs. Un des alliages obtenus donna pourtant une résistance remarquable au choc, et les essais à la traction dénotèrent une amélioration considérable due à la présence du vanadium. La charge de rupture et la limite élastique avaient augmenté; l'allongement n'avait pas diminué, il était même un peu plus élevé. L'acier au carbone avait donné à l'origine :

Résistance à la traction (kilogr. par millim. carré) .	87,6
Limite élastique	75,5
Allongement %	10,0
Striction	54,0

Après addition de vanadium, il donnait :

Résistance à la traction (kilogr. par millim. carré) .	115,2
Limite élastique	109,5
Allongement %	11,3
Striction	47,0

Ajoutons qu'il fut reconnu à Firminy que le brusque refroidissement trempait les aciers au vanadium beaucoup plus que les aciers ordinaires. Vers la même époque, M. Héloüs communiquait à la Société d'Encouragement les résultats qu'il avait obtenus, accusant un accroissement de 60 % de résistance.

En 1900, le professeur Arnold publia le résultat de recherches dont le tableau suivant résume les principaux points.

Ces résultats montrent très exactement l'influence du vanadium : augmentation de la résistance à la traction et de la limite élastique sans abaissement de l'allongement.

TABLEAU II.

COMPOSITION			PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES			
C	Al	Va	R	E	A %	Σ
1,06	0,07	0,14	106,6	67,6	6,3	6,9
1,02	0,09	0,29	119,6	67,8	8,3	10,0
1,00	0,36	0,38	134,3	101,8	7,0	7,6
1,04	0,21	0,77	124,0	92,3	7,3	9,3
0,80	0,43	1,11	131,9	81,8	10,0	17,6
0,03	0,03	0,85	41	31,72	37	72,0

L'acier au vanadium, sous forme d'outils, donne une résistance de coupe extraordinaire. Un outil pris dans une barre ayant la composition : carbone, 1,02 %; aluminium, 0,09 %, et vanadium, 0,29 % (dont le pourcentage d'aluminium était trop bas pour affecter sensiblement les résultats), a été essayé comparativement avec un outil fait d'un acier spécial contenant 1,2 % de carbone et 3 % de manganèse. On a reconnu que l'acier au vanadium conservait sa dureté même au rouge clair et à peine visible. Un outil cassé accidentellement a montré que l'acier possédait un grain remarquable. Des outils avec 3 % de tungstène et d'autres avec 3 % de vanadium ont été essayés comparativement sur une plaque d'acier trempé. Des outils qui avaient la même forme ont donné toute leur résistance de coupe pendant une période de dix minutes. Les tournures ont été pesées : l'outil en acier au vanadium avait détaché des tournures dans la proportion de 3,5 à 2 qui avaient été enlevées par l'acier au tungstène.

Les résultats de ces essais du professeur Arnold ont montré le grand avenir du vanadium dans la métallurgie. Ces premières investigations l'ont convaincu que l'action de cet élément ressemblait à celle du tungstène, mais qu'il était de vingt à trente fois puissant.

D'après un mémoire publié par M. Baxérès, 0,5 % de vanadium porte la résistance du fer à la traction de 34 à 61 kilogr., l'allongement étant environ 10 %. Il semblerait qu'il y a eu dans ce cas une diminution appréciable de l'allongement.

En 1902, le professeur Arnold a fait une nouvelle série de recherches dont les résultats, d'ailleurs, n'ont pas été publiés et qui restent la propriété de la New Vanadium Alloys Co dans l'intérêt de laquelle elles ont été effectuées.

Nous avons fait nous-même, en 1903 et 1904, sur les aciers au vanadium d'importantes recherches publiées en détail dans le *Génie Civil* (1).

Dans le prochain numéro, nous indiquerons les résultats de celles que nous avons effectuées relativement à des aciers plus complexes : au nickel-vanadium, manganèse-vanadium, etc.

LÉON GUILLET,

Docteur ès Sciences,

Ingénieur des Arts et Manufactures.

(A suivre.)

TRAVAUX PUBLICS

PORTES FLOTTANTES DES NOUVELLES FORMES DE RADOUB du port de Kiel.

(Planche XXIV.)

Les deux nouvelles cales sèches de 175 mètres de longueur construites dans le port de Kiel (cales nos 5 et 6) sont terminées, comme nous l'avons indiqué dans un premier article concernant les travaux

Rappelons d'abord que, comme le montre le plan général (fig. 9), les deux cales sont semblables et juxtaposées; la salle des pompes, souterraine, est intercalée entre elles et sert indifféremment à l'une ou à l'autre. Les pompes, aussi bien que tous les autres appareils : vannes, cabestans, appareils de manœuvre des portes, sont commandées par des moteurs électriques. Toutefois, un petit moteur à gaz commande une pompe auxiliaire pour les cas où l'usine électrique est arrêtée.

Chaque bassin est muni d'une porte flottante qui vient se placer devant un seuil en maçonnerie de granit en formant une fermeture

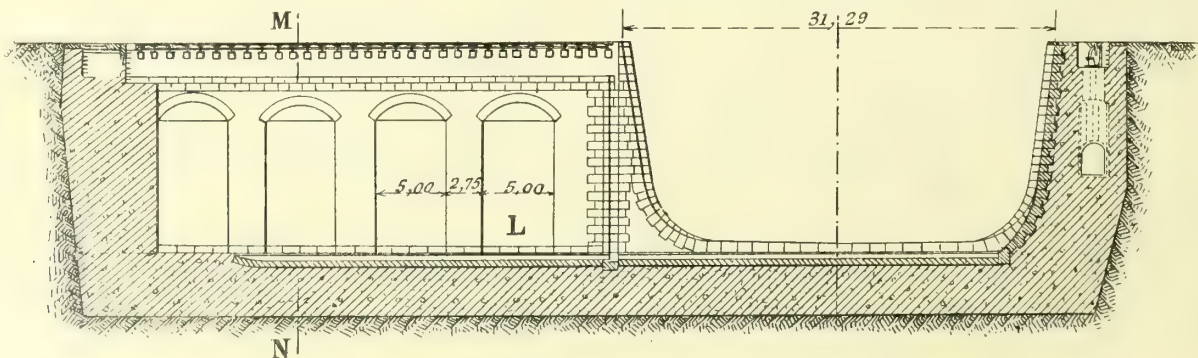


Fig. 1. — Coupe longitudinale d'une chambre de bateau-porte.

de maçonnerie de ces bassins (1), par des portes flottantes de grandes dimensions sur lesquelles nous allons donner quelques renseignements empruntés à une étude d'ensemble, relative à cette installation, publiée par la *Zeits. für Bauwesen*.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 26, p. 404.

étanche. Il y a, comme le montre la figure 2, deux seuils limitant la longueur du bassin à 140 ou à 175 mètres. Dans le premier cas, le bateau, pour l'ouverture de la passe, se déplace latéralement sous

(4) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 40, p. 148, et n° 41, p. 163.

BATEAUX-PORTES DES NOUVELLES

Fig.1. Coupe verticale par la longueur d'un bateau-porte

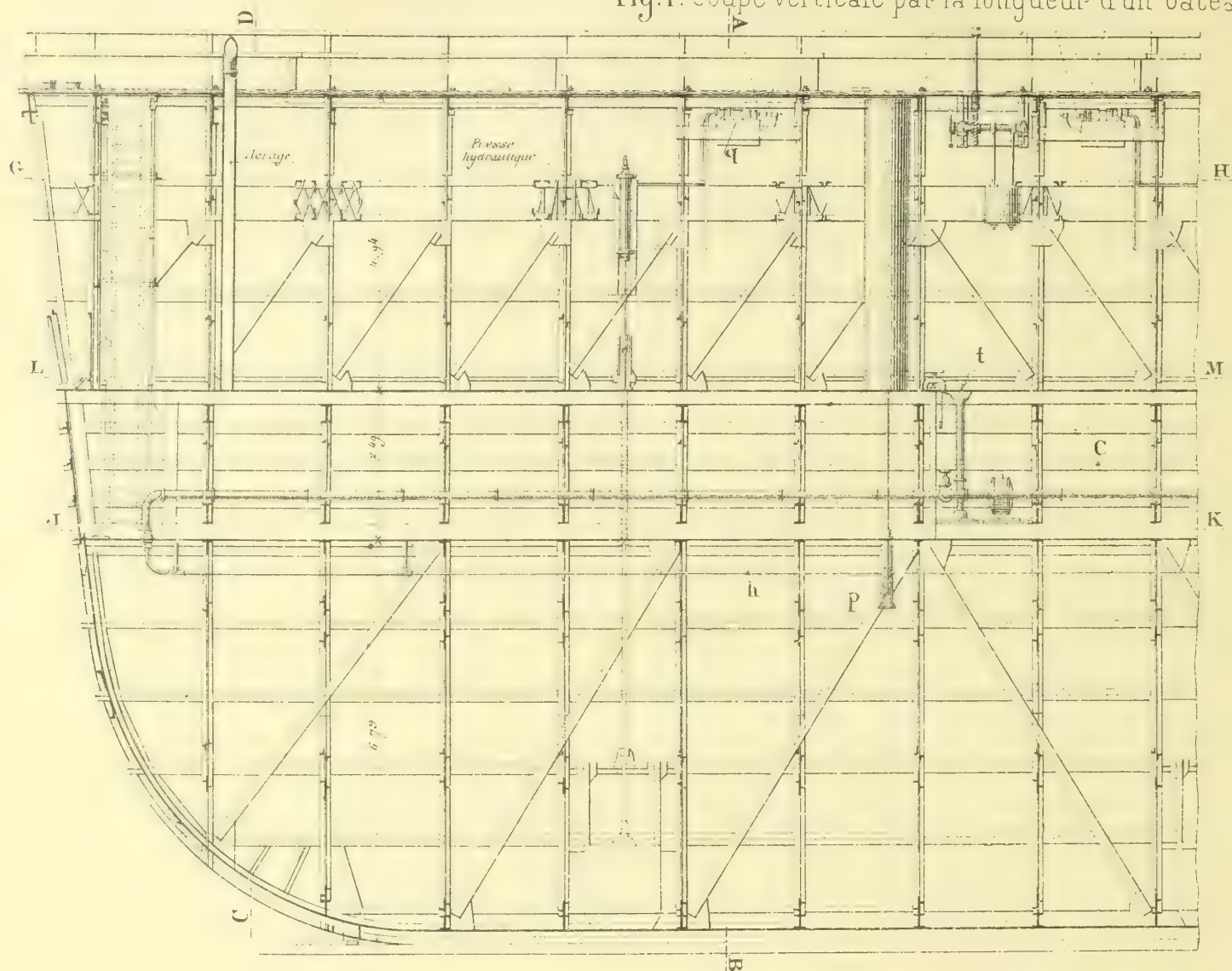


Fig.4. Plan du bateau porte à la cote GH

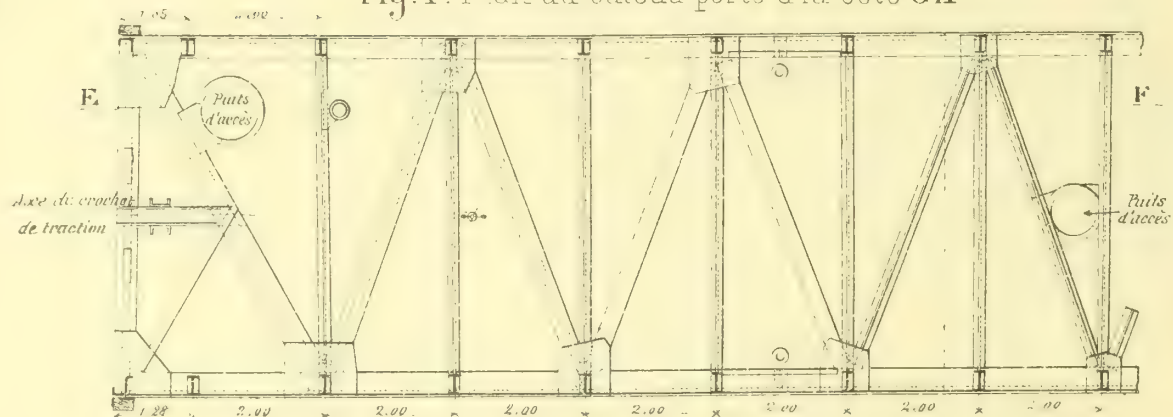


Fig.5. Plan du bateau-porte au niveau du pont.

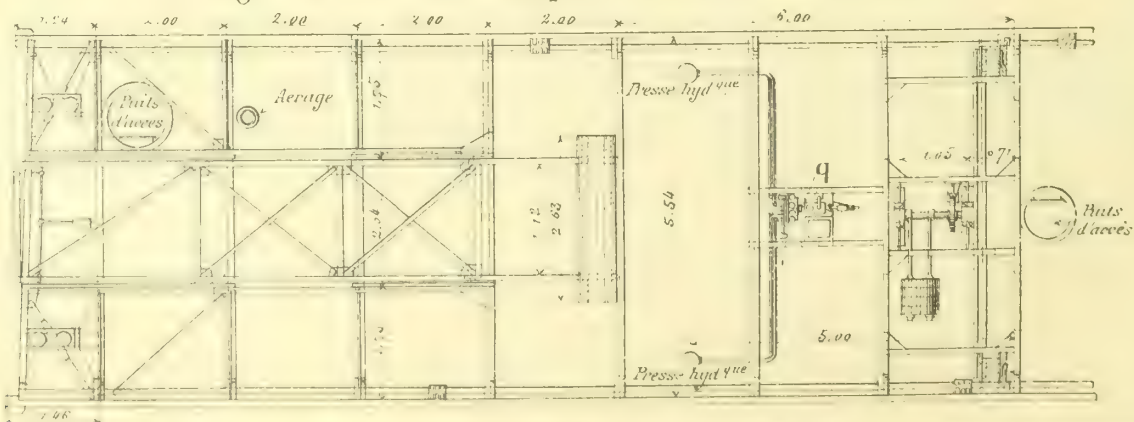
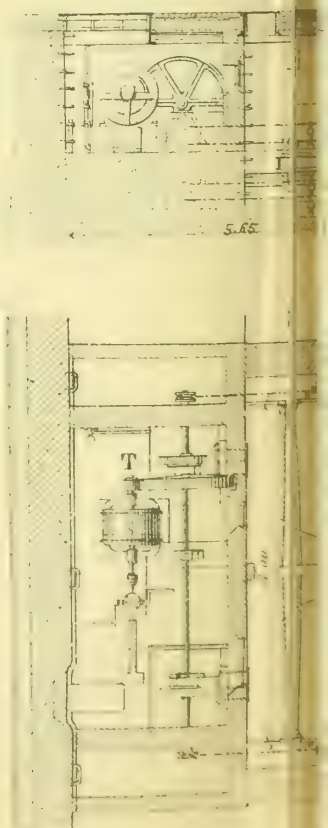


Fig. 6 et 7. Mécanisme.



FORMES DE RADOUB DU PORT DE KIEL

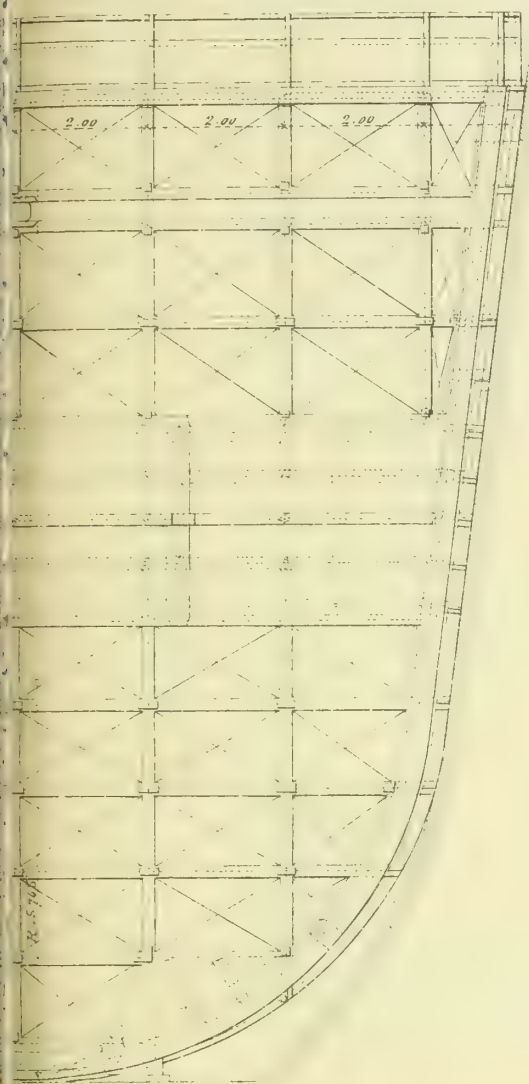
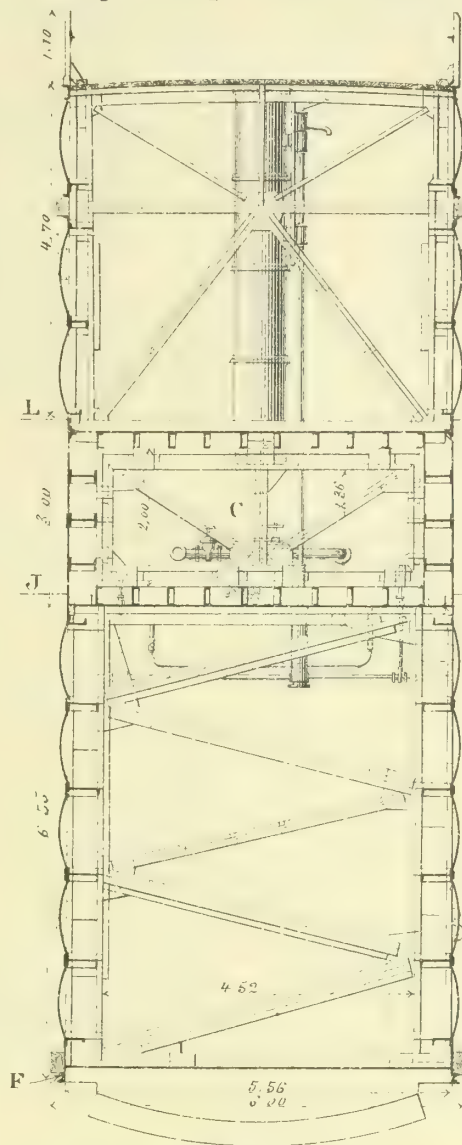
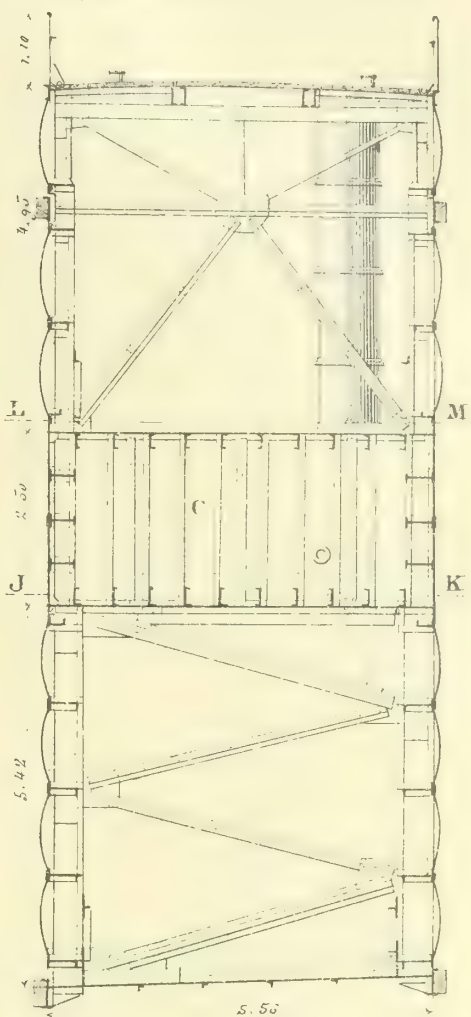
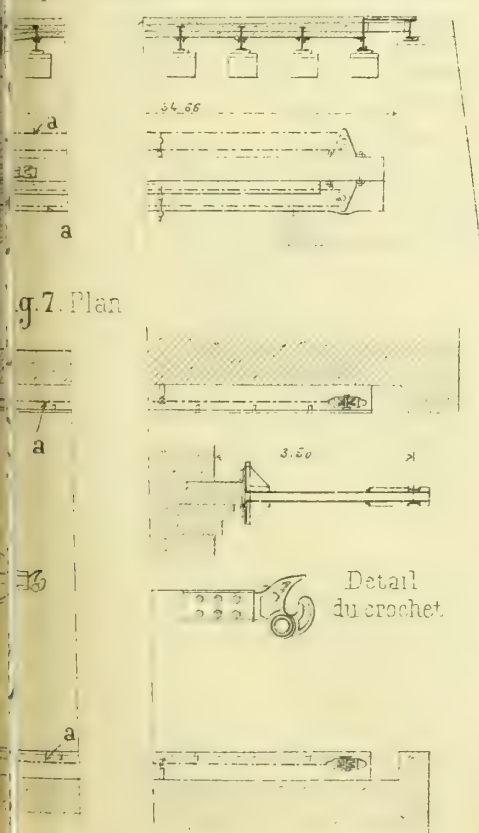
Fig. 2. Coupe transv^{le} par ABFig. 3. Coupe transv^{le} par CDmanœuvre du bateau-porte
coupe verticale

Fig. 8. Cabestan de manœuvre

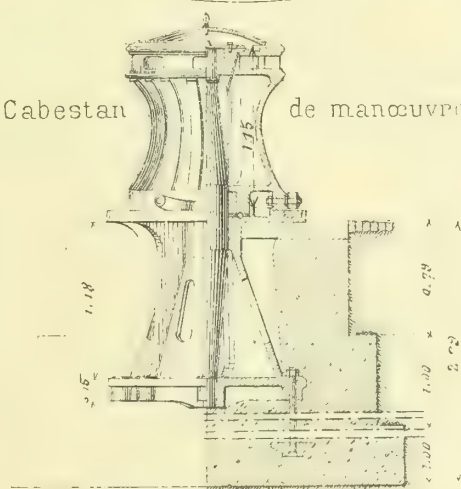


Fig. 11

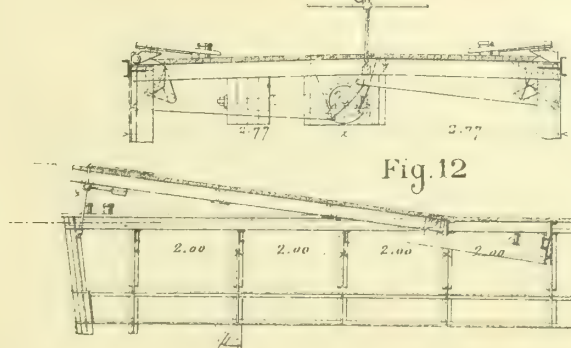


Fig. 12

Fig. 9 & 10
Crochet de traction

Fig. 9. Coupe par cd

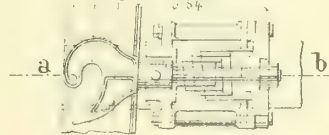


Fig. 10. Coupe par ab

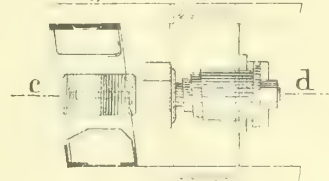
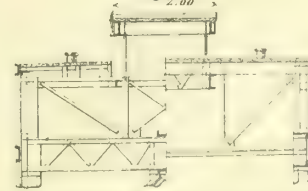
Fig. 11 à 13
Coupes longitudinale
et transversales dupont,
avec la passerelle mobile

Fig. 13



l'action d'un treuil horizontal, et s'efface dans un logement perpendiculaire au bassin, où il entre tout entier. Dans le deuxième cas, au contraire, le bateau est appliqué simplement contre le seuil et doit être emmené pour laisser passer les navires.

La forme des bateaux-portes, dont le plan est un parallélogramme et non un rectangle (fig. 4 et 5, pl. XXIV), et celle des seuils dont les parois sont sensiblement évasées, ont été calculées de manière à per-

peut facilement circuler au moment de la manœuvre du ponton. La paroi postérieure s'appuie contre les parements en pierre de taille de la maçonnerie des bajoyers et du radier, par l'intermédiaire d'un bordé en bois de teck de 18×30 centimètres. L'emploi de deux cloisons permet de parer aux avaries qui peuvent survenir à la première en retournant le ponton et en utilisant la seconde pour la fermeture.

Les dimensions du caisson sont telles que le ponton puisse flotter

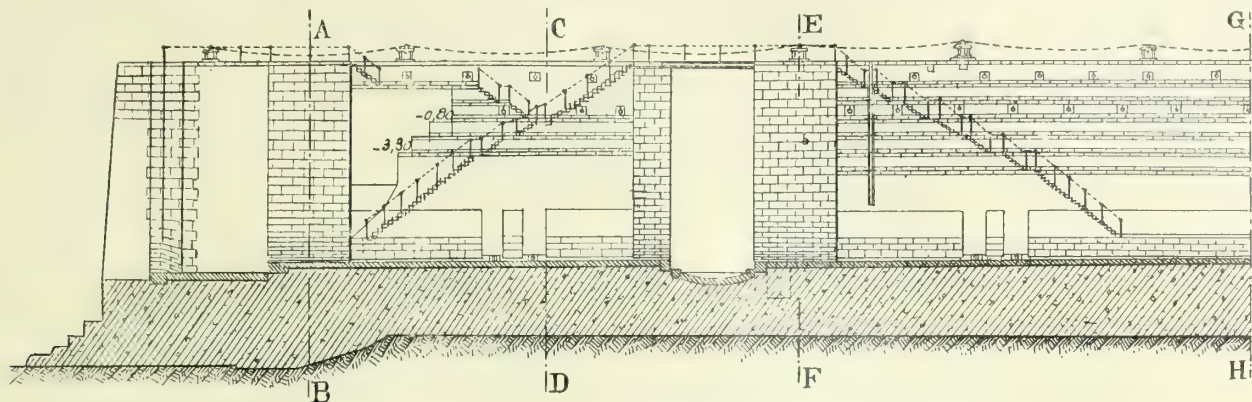


FIG. 2. — Coupe longitudinale de la partie antérieure d'une forme de radoub.

mettre au bateau, quand il est allégé de son water-ballast, de faire un quart de tour sur lui-même pour se placer dans l'axe du bassin et passer d'une position à l'autre. Dans cette manœuvre, le bateau est remorqué au moyen d'un crochet monté sur de puissants ressorts (fig. 9 et 10, pl. XXIV).

Des anneaux, chaînes et cordages facilitent la manœuvre. L'ouverture et la fermeture de la passe sont obtenues au moyen du treuil que

même avec une légère surcharge jointe à son propre poids. Le reste du temps, il repose sur deux sommiers en granit, par des semelles F en tôle d'acier; la charge correspondante est d'environ 25 tonnes. Quand le ponton est dans cette position, complètement abaissé, la quille est à la cote $-11^m 75$ et la passerelle est à 4 mètres au-dessous du niveau du quai.

Le ponton, avec son équipement, pèse environ 400 tonnes; quand

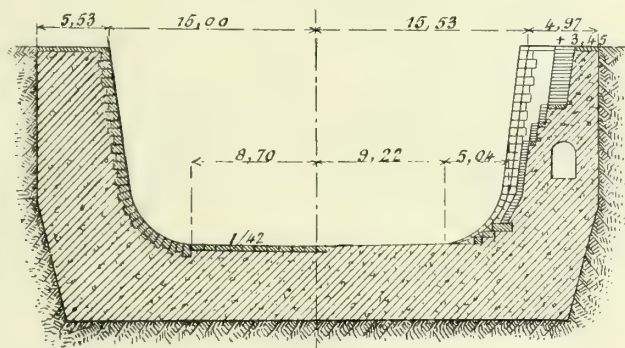


FIG. 3. — Demi-coupe par AB.

FIG. 4. — Demi-coupe par CD.

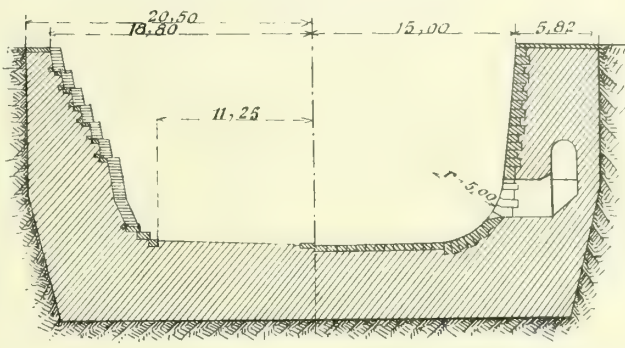


FIG. 5. — Demi-coupe par GH.

FIG. 6. — Demi-coupe par EF.

représentent les figures 6 et 7 (pl. XXIV). Le ponton est saisi par un crochet automatique très robuste, monté sur un chariot M qui roule à 2 mètres environ au-dessous du niveau du quai, et que font avancer ou reculer des câbles sans fin a commandés par un treuil T à moteur triphasé de 80 chevaux, alimenté sous 1000 volts. Cette commande permet de faire reculer le ponton dans son logement L ou, réciproquement, de l'en faire sortir pour la fermeture et l'assèchement du

le water-ballast est enlevé, la résultante verticale de la poussée est d'environ 2 tonnes. En remplissant d'eau les compartiments on obtient, au contraire, une résultante de signe contraire, dirigée de haut en bas, qui peut atteindre 25 tonnes.

La longueur du ponton est de $30^m 70$, à la hauteur de la passerelle; sa largeur, $5^m 50$. Comme il présente en plan la forme d'un parallélogramme, les assemblages des cloisons antérieure et postérieure sont

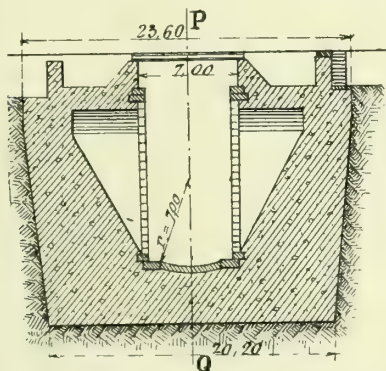


FIG. 7. — Coupe transversale par MN (fig. 1).

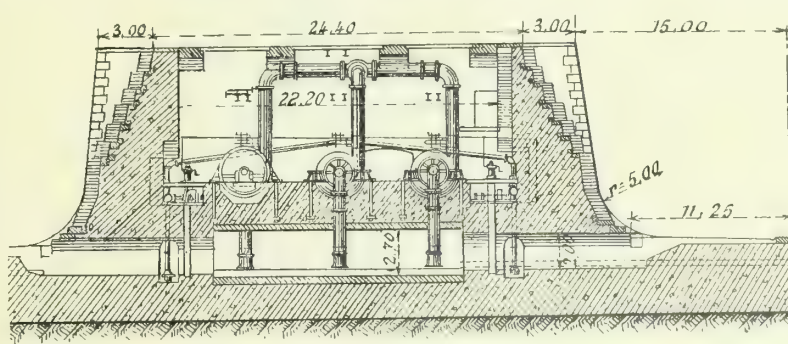


FIG. 8. — Coupe verticale par la salle des pompes.

bassin. Cette manœuvre, pendant laquelle le ponton est exactement guidé, ne demande que trois minutes.

Chaque bateau-porte est constitué (fig. 1 à 5, pl. XXIV), comme ceux du dock Hamilton, à Malte, par deux parois verticales, hautes de $14^m 50$, avec charpente métallique et panneaux de tôle emboutie, entretoisées par des diagonales en cornières; elles présentent un profil de trapèze arrondi aux angles inférieurs. A mi-hauteur environ, un caisson étanche C sert à faire flotter le ponton qui, au-dessus et au-dessous de ce caisson, est ouvert sur sa tranche, de façon que l'eau

légèrement biais. Les tôles ont, suivant les pressions qu'elles doivent supporter, de 7 à 10 millimètres d'épaisseur. La plupart des montants verticaux en I ont $0^m 50$ de hauteur entre semelles, et sont espacés de 2 mètres; les poutrelles et pièces intermédiaires sont de moindre échantillon.

Le caisson a $28^m 70$ de longueur, $5^m 60$ de largeur et $2^m 50$ de hauteur; deux cloisons le divisent en compartiments très inégaux, celui du milieu ayant $25^m 50$ de longueur. Il est solidement construit en poutres métalliques sur toutes ses faces et donne une grande rigidité

explosions, de la dynamo et des accumulateurs, est fait dans le but de donner au premier la souplesse qui est si appréciée dans les machines à vapeur; la dynamo devant tourner à une vitesse sensiblement constante, on conçoit que la batterie joue le rôle d'un volant, absorbe le supplément d'énergie disponible à certains moments, et vienne fournir un surcroît de puissance en cas de surcharge momentanée. D'après les renseignements fournis par les exposants, les energy-cars de 4, 6 et 8 chevaux seraient capables de développer, momentanément, 6, 9 et 13 chevaux. Les appareils de régulation deviennent, en outre, superflus, puisque la dynamo maintient constante la vitesse du moteur; la mise en marche est obtenue automatiquement, à l'aide des accumulateurs et de la dynamo. On peut employer les trois organes simultanément ou les séparer, de façon à ne conserver que le moteur à explosions, les accumulateurs et la dynamo, ou les accumulateurs seuls; si l'on songe, enfin, qu'on peut faire usage, à la fois, de transmissions par courroies et de transmissions électriques, on voit que ces machines peuvent se plier aux exigences les plus diverses. Les pannes, elles-mêmes, ne sont plus trop à craindre, puisque le groupe électrique permet, à lui seul de continuer le travail pendant le temps nécessaire pour remédier à ces pannes ou, du moins, aux plus fréquentes.

La figure 1 montre l'aspect d'un energy-car, aménagé pour un service d'irrigation ou d'incendie, le moteur actionnant directement la pompe fixée sur le châssis. On y distingue cette pompe, le moteur et



FIG. 1. — Ensemble d'un energy-car de 4 à 6 chevaux.

la dynamo, ces deux derniers organes étant protégés par une légère toiture; la caisse, placée à l'arrière, renferme les accumulateurs, le tableau de distribution, les leviers de marche, les outils, etc.; le réservoir d'eau de refroidissement et le radiateur sont fixés sur la partie supérieure de cette caisse.

Le prix de ces locomobiles n'est pas très élevé; il ne nous est malheureusement pas possible d'indiquer le taux auquel elles fournissent l'énergie puisque, indépendamment de la consommation en combustible, toujours élevée avec ce genre de moteurs, des frais de graissage, d'entretien et de main-d'œuvre, il nous faudrait connaître le nombre d'années sur lequel on doit répartir le prix d'achat; ce nombre n'est pas encore déterminé, puisque la machine est d'invention toute récente, mais il est à craindre qu'il ne soit pas très élevé, tant du fait des accumulateurs que de celui du moteur à grande vitesse.

Les appareils aratoires construits en Belgique offrent une grande analogie avec ceux qu'on fabrique en France; certains types figurent, du reste, dans nos concours agricoles, généraux ou nationaux. Les charrues pour labours à plat, dites *brabants doubles*, sont de plus en plus employées. Celles de M. Landrain, du type à âge tournant, sont pourvues de versoirs cylindriques, d'un essieu de support extensible, de fusées et boîtes demi-patent, avec trou de graissage sur la partie extérieure de la boîte; toutes les pièces du support sont analogues à celles des types courants construits en France.

Les brabants doubles de M. Alfred Mélotte, de Gembloux ⁽¹⁾, diffèrent des machines françaises par la disposition particulière de leur support: l'essieu est articulé autour d'un axe parallèle au sol et sa distance à l'extrémité antérieure de l'âge peut être modifiée en le faisant tourner autour de cet axe; un simple levier pourvu d'un verrou à ressort et déplacé devant un secteur muni de crans, permet ainsi de régler le labour en profondeur. Les roues du support sont

pourvues de boîtes à huile; l'essieu est en deux pièces couissant dans un fourreau et maintenues par des vis de pression: on peut ainsi modifier aisément l'écartement des roues, ce qui est indispensable quand on change les dimensions du labour. Dans certains types construits par M. Mélotte, le levier réglant la profondeur agit, au moyen d'une bielle engagée, à ses deux extrémités, dans des articulations sphériques, sur les oreilles ou cliquets d'enclenchement, qui maintiennent le plan d'action de la charrue perpendiculaire au sol; le réglage de ces cliquets, dans les brabants ordinaires, est une opération délicate et qui exige une certaine habileté, tandis qu'il s'effectue automatiquement dans le nouveau modèle, créé spécialement pour les régions où le brabant n'est encore que peu employé. Les charrues de M. Mélotte sont fabriquées en série; l'usine de Gembloux, remarquablement organisée, est outillée pour livrer des pièces rigoureusement interchangeables, ce que la plupart de nos usines françaises ne peuvent faire qu'au prix d'un ajustage et d'un repérage beaucoup trop coûteux.

Nous citerons, comme *distributeur d'engrais pulvérulents*, celui de M. Landrain; cette machine appartient au type bien connu des distributeurs dits à fond roulant, c'est-à-dire que l'organe distributeur est constitué par un cylindre en tube d'acier, formant le fond de la caisse où est placé l'engrais. Ce cylindre, auquel les roues de la machine impriment un mouvement de rotation assez lent, entraîne avec lui une couche d'engrais, dont on détermine l'épaisseur à l'aide d'une vanne qui constitue la partie inférieure du panneau d'arrière de la caisse à engrais; une bande d'acier, formant raclette, détache la matière fertilisante qui, si elle est humide, adhère fortement au rouleau distributeur. Pour rendre plus homogène la couche d'engrais ainsi entraînée, on dispose, à l'intérieur de la caisse, des agitateurs à mouvement continu ou alternatif. Ceux à mouvement continu malaxent l'engrais et le transforment en une sorte de mortier; les autres donnent de bons résultats, mais leurs extrémités compriment, à chaque mouvement, une petite quantité d'engrais contre l'une des parois de la caisse, et la matière peut devenir assez compacte pour que la paroi soit defoncée, ou pour que l'agitateur soit brisé. Dans le distributeur Landrain, l'agitateur est formé par un long râteau dont les dents s'appuient toutes sur le cylindre de distribution, et qui est animé d'un mouvement alternatif parallèle à l'axe de ce cylindre; pour éviter l'inconvénient signalé plus haut, le coffre est muni, à peu de distance de ses extrémités, de deux cloisons formant faux fond, et dans lequel se déplacent, sans y plonger dans l'engrais, les extrémités de l'agitateur. Enfin, pour assurer une égale répartition de l'engrais sur le sol, on trouve, en dessous du cylindre distributeur, deux cylindres à claire-voie, placés en prolongement l'un de l'autre, et entraînés également par les roues.

M. Frennet-Wauthier, de Ligny, a appliqué à ses *semoirs en poquets*, actionnés à bras d'homme, un dispositif simple, permettant de varier la profondeur d'enterrage des graines; le contre d'enterrage, au lieu d'être fixe, comme dans tous les modèles actuels, est composé de deux parties formant mâchoires, et s'appliquant sur une plaque cannelée, où elles sont maintenues à la hauteur voulue par un boulon de fixation. Le distributeur en poquets est identique à celui qui a figuré à l'Exposition de Paris, en 1900, et que nous avons décrit dans le *Génie Civil* ⁽¹⁾; mais il est alimenté par un distributeur à cuillères, actionné également par les deux petites roues, qui entraînent le barillet.

Les machines pour l'entretien des récoltes consistent, pour la plupart, en houes simples et multiples, qui ne présentent rien de particulier; on trouve également des houes multiples combinées avec des distributeurs d'engrais (Frennet-Wauthier).

MM. David et C^e, de Moustier-sur-Sambre, exposent une machine imaginée par M. G. Heuze, et destinée à répandre le sulfate de fer déshydraté, qu'on préconise, concurremment au sulfate de cuivre, pour détruire les mauvaises herbes dans les champs, ainsi que la mousse dans les prairies. Cet épandeur (fig. 2 et 3) dérive de types déjà anciens de distributeurs d'engrais, qui ont été abandonnés comme fonctionnant mal avec les matières trop hygrométriques actuellement employées; il est monté sur deux roues A, de grand diamètre, entraînant, par l'intermédiaire de l'encliquetage à rochet G, l'essieu B, autour duquel tourne un ventilateur D, commandé par les engrenages multiplicateurs C, dont le premier élément est calé sur l'arbre B. La matière contenue dans le coffre-trémie E passe, à travers l'orifice réglable H, dans l'écillard du ventilateur D, est entraînée par le courant d'air, et s'échappe par l'ajutage F. Cette machine, très légère, est remorquée par un seul animal.

La Belgique, à l'instar de la plupart des pays européens, n'est pas un pays producteur de machines pour la récolte des fourrages et des céréales; on y fabrique, par contre, une assez grande quantité de machines pour l'arrachage des tubercules et des racines. M. Frennet-Wauthier, qui s'est beaucoup occupé des arracheurs de betteraves à sucre, après avoir cherché à réunir sur une machine unique tous les

⁽¹⁾ Ces machines sont exposées dans le pavillon spécial de MM. A. et J. Mélotte.

⁽¹⁾ Voir le *Génie Civil*, t. XXXVII, n° 23, p. 414.

organes nécessaires pour arracher, décoller et décroter les racines, a reconnu qu'il était préférable d'effectuer séparément le décollage et l'arrachage; il a donc établi un modèle de décolleteur indépendant, destiné à précéder l'arracheur, lequel peut être, à volonté, muni d'un décrocteur.

Décolleteur indépendant Frennet-Wauthier. — Le décolleteur est représenté par la figure 4; c'est une machine portée sur quatre roues, dont deux, celles d'arrière, sont à la fois porteuses et motrices. Les deux parties les plus importantes du mécanisme sont l'organe coupe-collets et l'organe réglant la hauteur de coupe. Le coupe-collets comprend lui-même les deux disques tranchants G, et les galets direc-

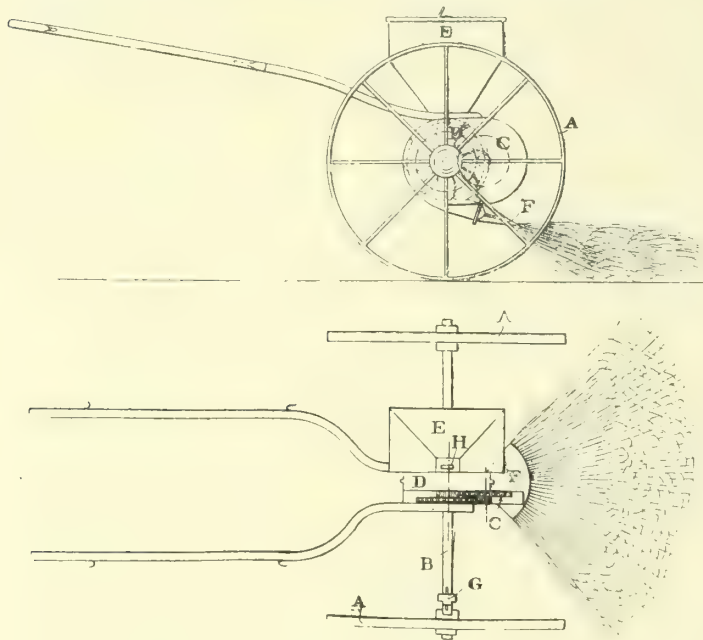


FIG. 2 et 3. — Épandeur pour sulfate de fer déshydraté, système Heuze.

teurs I. Les disques G, légèrement concaves, sont mobiles autour des axes de deux supports passant par leurs centres, et solidaires de l'étrier J. Ils sont inclinés l'un vers l'autre, et d'arrière en avant; pour que la section du collet soit complète et nette, ces deux disques sont tangents extérieurement, par leurs bords tranchants. Quant aux galets directeurs I, ils ont pour mission d'amener les disques G, qu'ils précèdent, exactement devant les betteraves; ils sont, eux aussi, inclinés vers l'avant, et peuvent se déplacer latéralement; leurs supports sont reliés à l'étrier J, et deux lames de ressort leur permettent de s'écar-

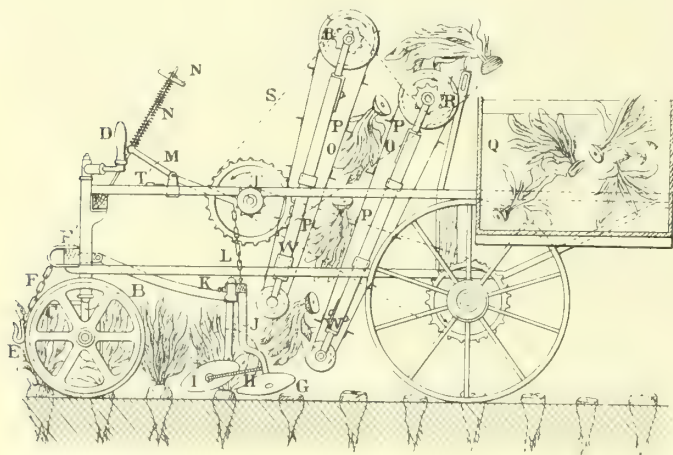


FIG. 4. — Décolleteur de betteraves, système Frennet-Wauthier.

ter l'un de l'autre d'une quantité égale au diamètre du collet. Comme les disques G sont solidaires des galets I, ils se déplacent avec ces derniers, et se trouvent conduits dans l'axe même de la betterave à décoller.

Le dispositif réglant la hauteur de coupe comporte, comme pièce essentielle, un disque vertical H, placé devant les disques G et en arrière des galets directeurs I. Situé ainsi dans l'axe même du décolleteur, le disque H, entraîné par l'attelage avec l'ensemble de la machine, est obligé d'escalader successivement toutes les betteraves de la ligne sur laquelle il fonctionne; il suffit donc de le solidariser avec les disques G, par un dispositif quelconque, pour que ces derniers enlèvent toujours la même épaisseur de collet; on détermine à l'avance la hauteur

à laquelle il faut boulonner le support du disque H sur l'étrier J. Un semblable appareil ne peut évidemment pas assurer un décollage parfait, au sens technique du mot, c'est-à-dire n'enlever que la zone trop riche en sels, puisque la hauteur de cette zone varie d'une betterave à l'autre; il faut se contenter d'un réglage moyen, et calculer si la perte de tonnage résultant d'un décollage exagéré, et la réduction imposée par le fabricant en raison d'un décollage insuffisant sont compensées par l'économie de main-d'œuvre, calcul qui ne peut être entrepris que si l'on possède les données particulières à chaque région.

La machine est complétée par un élévateur chargé de débarrasser le sol des collets garnis de feuilles sectionnées par les organes précédemment décrits et qui est constitué par deux toiles sans fin O, parallèles, légèrement inclinées sur la verticale, guidées et entraînées par des rouleaux R perpendiculaires aux lignes de betteraves; les toiles sont munies, de place en place, de cornières P, qui assurent l'entraînement des collets engagés dans l'élévateur. Ce dernier déverse les collets dans une caisse Q, placée à l'arrière du bâti et que l'ouvrier conducteur vide toutes les fois qu'elle est pleine, formant ainsi, du côté des betteraves travaillées, des tas qu'il est facile d'enlever plus tard pour les charrier vers la ferme.

La disposition des transmissions apparaît clairement sur la figure 4; on y distingue, en effet, les chaînes qui communiquent le mouvement des roues d'arrière au pignon T, lequel commande lui-même, par l'intermédiaire de la grande chaîne S, les rouleaux R. La tension des courroies O dépend de l'écartement des rouleaux R, dont les supports W sont réglables en longueur. Le ressort N, tendu plus ou moins par l'écrou à volant N', agit sur la tige articulée M et détermine le degré de liberté qu'il convient de laisser aux déplacements verticaux de l'organe décolleteur. Les lettres F et F' indiquent la chaîne et l'étrier d'attelage; B, C, D, sont les appareils permettant de diriger la machine au moyen de son avant-train.

Nous nous bornerons à signaler l'arracheur proprement dit, de M. Frennet-Wauthier, dont les dispositions d'ensemble sont déjà connues, et n'ont pas reçu de modifications importantes.

Les types de machines à battre construits en Belgique offrent une assez grande diversité; on peut remarquer de grandes batteuses analogues aux matériels anglais et américains que présente la maison Raze, d'Esneux; des batteuses à pétrole ou à manège, des batteuses à bras, etc. Les modèles les plus particuliers, qui tendent, d'ailleurs à disparaître, sont les batteuses en bout (gerbes engagées perpendiculairement au batteur, qui est très court) avec secouage latéral de la paille (secoueurs mobiles dans des plans parallèles à l'axe du batteur); ces machines sont exposées par les maisons Tixhon-Smal, Dominicy, etc.

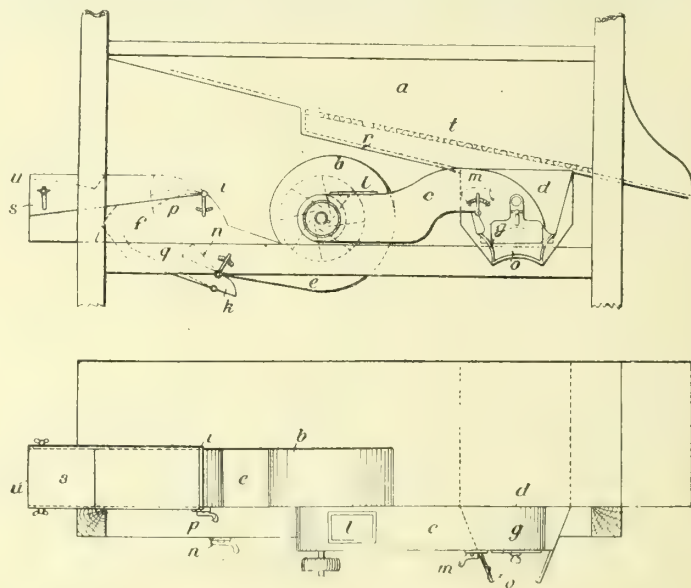


FIG. 5 et 6. — Aspirateur-ventilateur pour batteuses, système Tixhon-Smal.

M. Tixhon-Smal, constructeur à Herstal-Liège, expose, en outre, un *aspirateur-ventilateur* applicable aux batteuses, qui permet de nettoyer et de classer les grains. Les figures 5 et 6 montrent la disposition de cet appareil: a est le crible de la batteuse, formé, comme à l'ordinaire, d'une toile-tamis t et d'un fond r qui conduit les graines au nettoyage. L'aspirateur-ventilateur, placé en un endroit convenable, tel que b, projette, par le refoulement e, dans le classeur f, les grains vêtus, les balles, les poussières, etc., qui viennent passer, mélangés au grain, devant le conduit d'aspiration c, à leur sortie du crible a. Un clapet m, réglable de l'extérieur à l'aide d'une clé ou d'une manette, est placé dans le conduit c pour empêcher l'entraînement des grains légers; une vanne g, disposée sur le chenal de sortie d, permet, d'autre part,

de régler la force d'aspiration d'après la nature des matières à nettoyer, lesquelles sortent propres en *o*. Ce qui est entraîné par l'aspirateur est projeté contre le clapet réglable *n*, qui le rejette sur un deuxième clapet cintré *p*; de là, ces substances tombent dans un auget perforé *q* et sortent de l'appareil par le chenal *k*. Les balles s'échappent en *u* après avoir traversé le classeur *f*. Un couvercle à rebord est disposé au-dessus de ce classeur; il pivote autour de l'axe *i*, qui sert aussi d'axe au clapet *p* et permet d'augmenter ou de diminuer les dimensions de la chambre intérieure du classeur *f*, ce qui a pour effet de régler la vitesse du courant d'air d'après la nature des grains; on peut aussi, suivant les grains à travailler, changer les perforations des augets *q*. Ce dispositif a pour mission, en somme, de répartir le travail de nettoyage à la fois sur l'aspiration et sur la ventilation, ce qui présente l'avantage de réduire les dimensions de l'appareil et d'effectuer l'opération en une fois. Il y a intérêt à ménager, au-dessus du conduit *c* et devant l'aspirateur *b*, une porte *l* permettant d'accéder au mécanisme.

Le dernier instrument que nous ayons à signaler dans la catégorie des machines agricoles proprement dites est un trieur de pommes de terre construit par M. Nickermann, de Salm-Château. Cet appareil est composé de deux cribles superposés, légèrement inclinés et animés de mouvements alternatifs. Le crible supérieur, à grosses mailles, retient les tubercules de plus grosses dimensions et les envoie dans un récipient; ce qui traverse ce crible est envoyé sur le crible inférieur, où des mailles moyennes et de petites mailles donnent deux autres catégories de tubercules.

Industries agricoles. — L'une des industries les mieux représentées est la laiterie; on sait quelle importance elle a prise en Belgique depuis quelques années. Ce sont surtout des écrémeuses centrifuges qu'on fabrique dans ce pays, et nous citerons, dans cette catégorie, celles de la maison Persoons, qui sont exposées dans le grand Pavillon de l'Agriculture belge, et celles construites par M. Jules Mélotte, qu'on peut voir dans le pavillon édifié par MM. A. et J. Mélotte, au milieu du jardin qui s'étend devant l'édifice principal de l'Exposition, à quelques mètres du Pavillon français de l'Agriculture. Nous nous dispen-

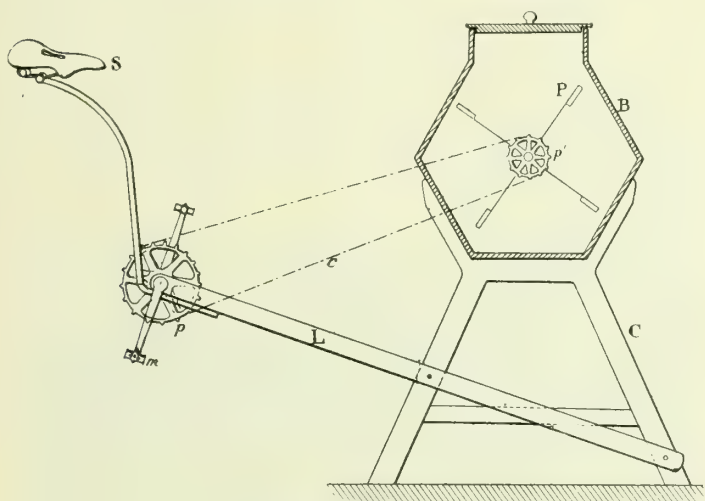


FIG. 7. — Baratte, système Eugène Adam.

serons de décrire les écrémeuses à bol suspendu de M. Mélotte, qui sont connues et appréciées depuis longtemps, mais nous croyons devoir signaler l'usine de Remicourt, à quelques kilomètres de Liège, où elles sont construites, car il semble difficile de concevoir un établissement mieux outillé pour cette fabrication spéciale. Le travail y est d'une activité remarquable : on y produit 55 machines complètes par jour. A côté des services de construction et de vérification proprement dits, fonctionnent un service de comptabilité très bien organisé et un service d'études techniques comportant, indépendamment du classique bureau de dessins, un bureau bibliographique, où tout ce qui est publié dans le monde entier, relativement aux industries laitières et aux machines-outils susceptibles d'être utilisées un jour dans l'usine, est classé d'après la méthode décimale; enfin un laboratoire d'essais pourvu de tous les appareils pour l'analyse du lait et d'un dynamomètre pour l'essai mécanique des écrémeuses sortant de la maison ou des maisons concurrentes.

On peut remarquer également, dans le Pavillon belge de l'Agriculture, une baratte assez originale, exposée par M. Eugène Adam, de Forville-Namur. Cette baratte, dont le corps B (fig. 7) est soutenu par un châssis C, est munie d'un agitateur P à quatre palettes, que l'ouvrier actionne avec ses pieds; à cet effet, il se place sur un siège S, dont le support est fixé à l'extrémité libre d'un levier L boulonné, d'autre part, sur le châssis C; une roue dentée *p*, entraînée par les deux manivelles *m*, commande, par l'intermédiaire de la chaîne à rouleaux *c*, le pignon *p'*, calé sur l'arbre de l'agitateur.

Nous signalerons enfin, dans les classes belges réparties sous les halls, l'installation de brasserie, avec macérateurs, filtres réfrigérants, etc., des usines Meura, de Tournai; puis la touraille ronde à pelleteur continu, de M. Fr. Freyhœfer, à Bruxelles. M. Hernotte, de Bruxelles, expose des trieurs pour brasserie, formés d'un trieur à alvéoles et d'un crible rotatif superposés, ainsi que des dégermeurs d'orge composés d'un crible rotatif, d'un dégermeur à palettes et d'une bluterie à six pans pour débarrasser le malt des poussières. La maison Pasteger et fils, de Liège, présente son matériel de minoterie et, en particulier, des plansichters doubles, à soies flottantes, sans brosses, des broyeurs à cylindre munis d'une distribution assez ingénieuse, des convertisseurs à cylindres métalliques, ainsi que des broyeurs doubles pour concassage grossier, à l'usage des distilleries de grain et des exploitations agricoles.

Sections étrangères. — La Section française est, de beaucoup, la plus importante des expositions agricoles; un pavillon spécial, édifié par les soins de M. Guillaume, architecte à Paris, et dont le *Génie Civil* a déjà donné une vue ⁽¹⁾, abrite la plus grande partie de cette exposition; mais on trouve également des appareils, produits ou documents intéressant l'agriculture, dans le Palais français de l'Alimentation et dans les Pavillons de l'Algérie et des autres colonies françaises. Ajoutons que le jardin d'honneur, situé sur le terre-plein de la rive droite de l'Ourthe en face de l'entrée principale des halls industriels, est concédé aux arboriculteurs et horticulteurs français, qui ont réussi, malgré bien des circonstances défavorables, à soutenir leur réputation d'habileté dans un pays où l'horticulture est particulièrement en honneur.

L'exposition agricole française est très intéressante; on y retrouve les principaux industriels et agriculteurs qui participent aux concours et expositions de Paris, et dont les noms, le matériel et les produits sont déjà connus de nos lecteurs. Nous nous bornerons donc à signaler plus spécialement la jolie section d'apiculture, les expositions d'enseignement agricole, celles des laboratoires de recherches de l'Institut national agronomique, celles de la Direction de l'Hydraulique et des améliorations agricoles et du service du Crédit agricole du Ministère de l'Agriculture. Mentionnons, en outre, un modèle réduit d'installation de margarinerie, présenté par MM. Pellerin; les remarquables travaux d'architecture paysagiste de MM. E. Deny et C. Marcel, Redon, Touret, etc.; enfin l'exposition des laines de Mazamet.

La Section agricole russe ne comporte qu'une exposition, celle des haras de l'État.

Le Grand-Duché de Luxembourg n'a également que peu participé aux classes 7 et 8; il présente cependant un arracheur de pommes de terre composé d'un corps de charrue en avant duquel tournent des fourches montées sur un arbre parallèle à l'âge; cette machine est exposée par M. Annen.

On peut remarquer, dans la Section autrichienne, les plans détaillés et dessins d'exécution d'une moissonneuse-batteuse automobile intéressante. Ces machines combinées sont déjà répandues aux États-Unis et au Canada, où elles affectent la forme générale d'une moissonneuse; l'organe destiné à battre les épis est un batteur à pointes de faible longueur; on songe déjà à importer ces machines en France, ou plutôt en Algérie, où les *espicadoras*, c'est-à-dire les moissonneuses coupant la céréale immédiatement en dessous de l'épi, mais travaillant sur une largeur de 4 à 5 mètres, se répandent de plus en plus.

L'inventeur de la machine autrichienne, M. Paul Sikora, de Pustkow, semble avoir cherché à adjoindre des organes de coupe à une batteuse ordinaire, ou, du moins, peu modifiée; aussi l'aspect de sa machine rappelle-t-il beaucoup plus celui d'une batteuse que celui d'une moissonneuse. C'est un bâti de batteuse, à l'avant duquel sont articulés des sortes de couloirs, en nombre variable, suivant la largeur de la machine, et terminés, à leur extrémité libre, par trois organes de coupe superposés et des moulins-rabatteurs; les organes de coupe, analogues aux scies de moissonneuses, sont employés pour qu'il n'arrive au batteur que des épis et non de la paille.

La machine est munie de deux moteurs de 5 chevaux, du type Daimler; l'un sert à actionner les roues d'arrière; l'autre met en mouvement toutes les pièces servant à couper la récolte, à la conduire vers les organes de battage, à séparer les grains des épis et à leur faire subir le nettoyage sommaire qu'effectuent les batteuses dites à simple nettoyage. Nous n'avons pu, en l'absence de l'inventeur, obtenir aucun détail pratique sur cette machine; mais il y a lieu d'enregistrer cette nouvelle tentative d'application des moteurs à explosions du type automobile aux opérations agricoles.

La Section agricole allemande a une exposition peu considérable. Nous citerons les tôles perforées et fraisées pour trieurs de la Société anonyme N. Heid (Stockerau), les appareils de meunerie Amme, Giesecke et Koenigen, de Brunswick. Comme installations de laiterie,

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 12, p. 497.

il y a lieu d'examiner le matériel de la Société Bergerdorfer Eisenwerk, de Bergerdorf-Hambourg, consistant en écrémeuses, réfrigérants munis de pompes faisant circuler le liquide d'un appareil frigorifique: des pasteurisateurs et barattes fonctionnant par moteur, etc.; les écrémeuses Dürkopp et Cie, de Bielefeld, à commande par courroie de tour ingénieusement combinée; les appareils pour l'analyse du lait, les cultures pures de ferment lactique, les présures liquides ou en poudre et les colorants à beurre de P. Funke et Cie, de Berlin.

Le Japon expose un certain nombre de produits agricoles, tels que bambous, riz, gingembre, liqueurs fermentées diverses, thés, etc. De très intéressants documents, dont nous regrettons de ne pouvoir rendre compte en détail, montrent le développement considérable de l'agriculture dans ce pays et les efforts multipliés du Gouvernement pour répandre l'instruction technique dans les campagnes. Les stations de recherches bien outillées et bien dirigées étudient les procédés capables d'augmenter les récoltes et la valeur des produits; les plus importantes s'occupent surtout des recherches concernant le thé. L'emploi des engrais chimiques est déjà très répandu, comme en témoignent les statistiques et les photographies de l'importante usine de la Société anonyme des engrais d'Osaka.

Nous signalerons enfin, pour terminer ce compte rendu, la remarquable exposition agricole et forestière du Canada, située dans le pavillon spécialement édifié par ce pays dans le Parc de l'Acclimatation; la machinerie y est représentée par les cultivateurs canadiens, houes à expansion angulaire, faucheuses, faneuses, moissonneuses-javelouses et moissonneuses-lieuses, sorties des ateliers Massey-Harris, de Toronto.

G. COUPAN,

Ingenieur-Agronome,

Repetiteur-Préparateur à l'Institut national Agronomique,
Rapporteur de la Classe 33 à l'Exposition de Liège.

MÉCANIQUE

EXPLOSION D'UNE CHAUDIÈRE DE LOCOMOTIVE

à la gare Saint-Lazare (Paris).

Le *Génie Civil* a rapporté ⁽¹⁾ dans quelles circonstances s'est produite, le 4 juillet 1904, l'explosion d'une chaudière de locomotive aux abords de la gare Saint-Lazare. Il a publié ⁽²⁾ la partie technique du

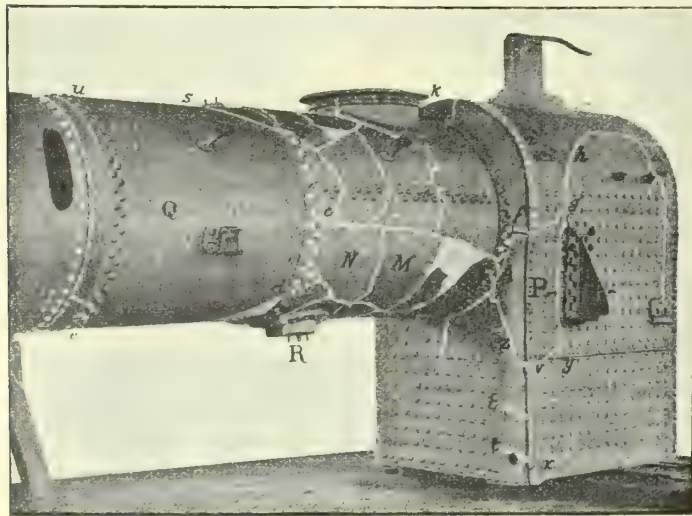


FIG. 1. — Tracé des cassures sur une chaudière identique à celle de la machine 626; côté gauche.

rapport de M. S. Périssé, qui avait été chargé de l'expertise judiciaire et il a donné également ⁽³⁾ les conclusions auxquelles M. Fremont est arrivé sur les causes initiales de l'explosion. M. Fremont avait été adjoint aux Ingénieurs du contrôle. Ces derniers n'ont encore rien publié de leur travail, mais les Ingénieurs de la Compagnie de l'Ouest ont longuement et minutieusement poursuivi une enquête parallèle aux précédentes. Ce sont les résultats de cette enquête que M. Robert Dubois a présentés à la Société d'Encouragement ⁽⁴⁾ et que nous allons résumer succinctement.

Position de la rupture initiale. — Les trois enquêteurs diffèrent sur la position de la rupture initiale. Pour M. Périssé, elle serait au point A (fig. 1) et la cause serait due à l'emploi simultané de tubes à ailettes, dits tubes Serve, et de tirants-agrafes trop épais. Les différences de dilatation des tubes et du corps cylindrique auraient produit une tension excessive de la tôle de celui-ci à sa partie inférieure et auraient progressivement désorganisé cette tôle.

Pour M. Fremont, la rupture serait en Z (fig. 1), dans la hanche gauche de la plaque avant de la boîte à feu, dont un panneau P se serait tout d'abord détaché; elle serait due à la fragilité du métal.

Sans se prononcer sur la cause de l'explosion, M. Dubois montre qu'il y a eu tout d'abord effondrement du ciel du foyer; celui-ci se déchirant le long de son arête d'attache horizontale avec la plaque arrière du foyer et tournant autour de la plaque tubulaire comme charnière.

La caractéristique de cette troisième enquête, c'est que, en présence de la difficulté de trouver directement le point initial où, manifestement, la chaudière avait cédé, les Ingénieurs de la Compagnie ont cherché en dehors de toute idée d'origine, quels avaient dû être les mouvements successifs des différentes parties de la chaudière pendant la durée de l'explosion, pensant pouvoir ainsi en dégager le processus et remonter plus sûrement à l'origine de l'accident. Pour rechercher ces mouvements, ils ont interrogé non seulement les morceaux de la chaudière, mais aussi toutes les pièces environnantes.

Une chaudière de locomotive se prête, d'ailleurs, assez bien à ce genre d'investigations puisque, sauf pour sa partie supérieure, elle est enserrée entre les longerons, les traverses et les roues, et qu'elle n'a pu se dégager par explosion de ce réseau sans le heurter violemment et sans lui laisser ou sans en recevoir des marques. Ces marques doivent donc permettre de déterminer les mouvements relatifs et, par suite, la succession de ces mouvements. La difficulté provient surtout de ce que les pièces projetées ont été de nouveau déformées dans leur chute; la justification des conclusions doit donc s'étayer à la fois sur les faits observés et sur un raisonnement inductif irréprochable.

Nous ne reviendrons pas sur la description de la locomotive 626; elle a été donnée dans le rapport de M. Périssé; les détails de la figure 8 la complètent, d'ailleurs, en ce qui est nécessaire pour suivre M. Dubois dans ses investigations.

Chute du ciel du foyer. — Le ciel du foyer a été retrouvé à peu près à sa place, entre les roues au milieu du châssis, mais retourné bout pour bout et sens dessus dessous; en l'examinant, on constate qu'il s'est détaché en entraînant le rebord supérieur de la plaque tubulaire et celui de la plaque arrière; de plus, les bords de ses deux côtés, au

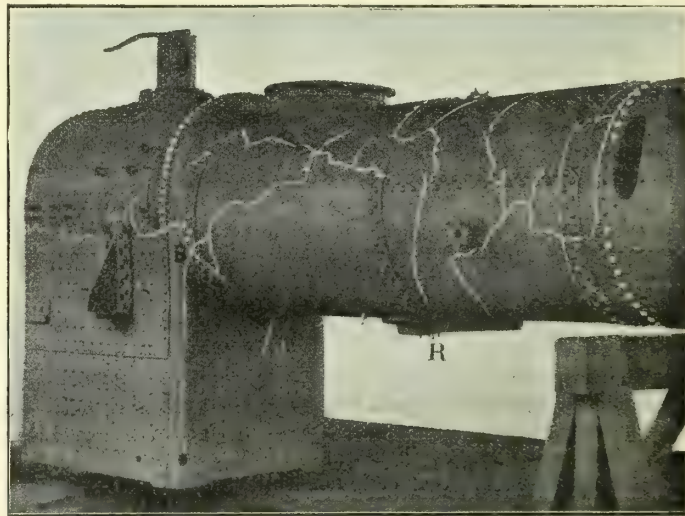


FIG. 2. — Tracé des cassures sur une chaudière identique à celle de la machine 626; côté droit.

lieu d'être tournés vers le bas, sont retroussés vers le haut. On remarque également la forme dentée de la déchirure sur la plaque arrière du foyer (fig. 3), les extrémités des fermes longitudinales du ciel ayant produit les indentations, et le bord de la déchirure étant tourné vers le bas. On y constate aussi un écrasement général du cuivre sous l'action d'une force verticale descendante, suivant la ligne inférieure des croix blanches (fig. 3). A droite de la même figure, on aperçoit la partie arrière de la face gauche du foyer dont la forme, rabattue en G, indique nettement que la déchirure s'est produite par tirage vers le bas. On retrouve, d'ailleurs, une déformation concordante sur le côté droit de cette plaque arrière.

On trouve sur les parois latérales du foyer des éraflures du métal ayant des directions d'arcs concentriques de centre A (fig. 4). Toutes ces traces, relevées sur l'une et l'autre paroi, ont été reportées sur la

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLV, n° 40, p. 469.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 7, p. 404.

(3) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 24, p. 392.

(4) *Bulletin* du 31 juillet 1905.

figure 4; elles ne peuvent, évidemment, avoir été produites que par les bords du ciel tombant en tournant autour de l'arête supérieure de la plaque tubulaire alors que les parois latérales étaient encore en place.

Cette hypothèse se confirme autrement. Sur la face gauche du foyer deux trous *a* et *b* (fig. 4) montrent l'emplacement de deux des goujons, simplement vissés, qui servaient de supports au sommier de la

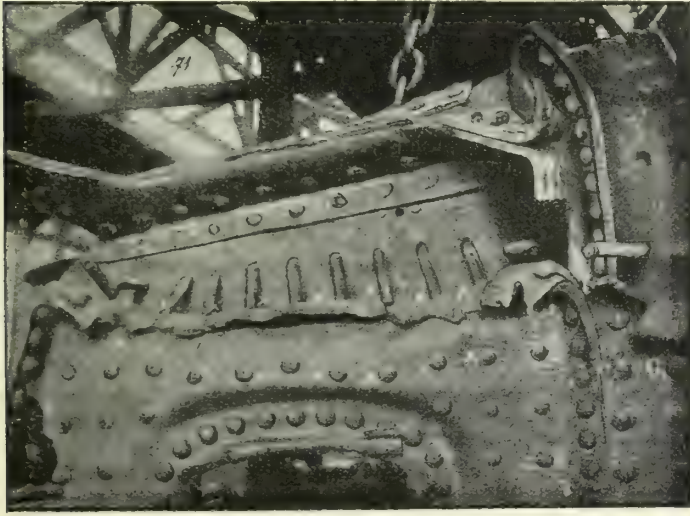


FIG. 3. — Plaque arrière du foyer, vue de l'intérieur du foyer.

voûte en briques dont le foyer était muni. L'emplacement de l'extrémité inférieure de ce sommier, sur une partie détachée de la paroi gauche du foyer (fig. 5), a été figuré d'un trait blanc; une forte marque imprimée en *d* sur le rebord de la plaque tubulaire, qui y est resté adhérent, montre que le sommier a glissé sur ses supports par suite d'un choc reçu à l'autre extrémité et à peu près dans sa direction; ce choc est dû à la chute du ciel car celui-ci porte en B une poche (fig. 4) qui est située sur un arc de cercle passant par C et

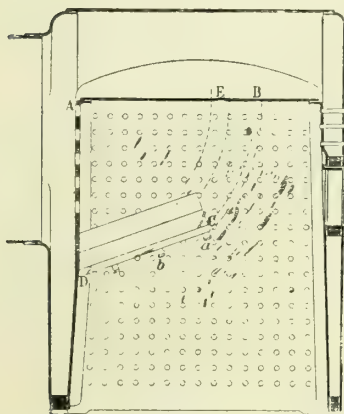


FIG. 4. — Coupe longitudinale de la boîte à feu sur laquelle on a reporté toutes les traces laissées et les déformations produites par la chute du ciel du foyer.

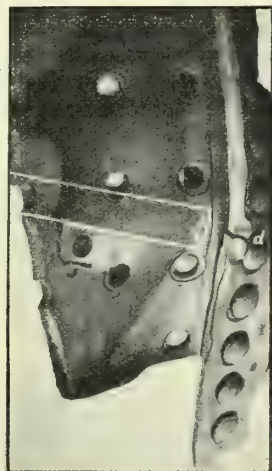


FIG. 5. — Côté gauche du foyer à sa jonction avec la plaque avant, vue de l'intérieur du foyer.

ayant A pour centre. Une marque analogue a été observée sur le côté droit; de plus une poche E du ciel (fig. 4) correspond au sommet de la voûte.

On relève enfin sur la plaque tubulaire des marques profondes produites par les têtes de rivets de la partie arrière du ciel, et réciproquement, celle-ci porte de fortes empreintes résultant de son choc contre la double rivure du cadre au bas de la plaque tubulaire.

Le ciel s'est ensuite détaché de la plaque tubulaire, s'est renversé, puis est tombé sur la grille, déformant l'arbre du jette-feu *b* (fig. 6), qui est venu s'appliquer sur une entretoise *a* du châssis, réunissant par leurs parties inférieures des pièces en acier moulé *j* (fig. 6 et 8) servant de jonction aux longerons *f* et aux longeronnets *d*, et de supports à la chaudière par les consoles renversées qu'on voit de chaque côté de la boîte à feu sur les figures 1 et 2. La figure 7 montre comment l'arbre du jette-feu s'applique exactement sur cette entretoise.

Tous ces faits semblent donc prouver que le ciel est tombé alors que la boîte à feu était encore dans sa position normale. On a, il est vrai, trouvé la face gauche du foyer fortement défoncée vers le foyer au

droit du sommier de la voûte en briques, mais la formation de cette poche est postérieure à la chute du ciel car les sommiers étant complètement posés sur les goujons vissés en *a* et *b* (fig. 4) si elle avait eu lieu avant, le sommier serait tombé et n'aurait point produit les marques *d* (fig. 5) et B (fig. 4).

Mouvements subséquents. — L'exposé qui précède montre d'une façon typique quelle a été la méthode adoptée par les Ingénieurs chargés de l'enquête pour démontrer l'ordre de succession des différents mouve-

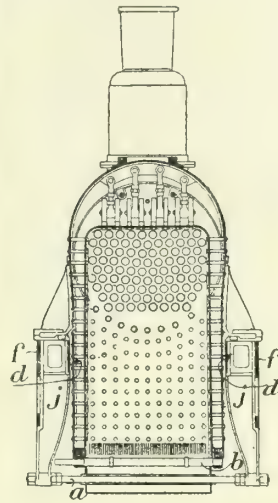


FIG. 6. — Coupe transversale de la boîte à fumée au droit des grands supports en acier moulé.

a entretoise des grands supports; — *b*, arbre du jette-feu; — *d*, longeronnets; — *f*, longerons; — *j*, grands supports en acier moulé.

ments. Vingt-six reproductions photographiques des différents éclats, dont quelques-unes nouvelles, viennent justifier les conclusions déduites de leur observation. Nous n'indiquerons maintenant que les faits les plus saillants qui ont été reconstitués par cette méthode et exposés dans la suite du rapport de M. Dubois.

Après la chute du ciel, l'ensemble de la chaudière, ayant conservé sensiblement sa forme extérieure, s'est soulevé verticalement à l'arrière, en prenant un léger mouvement vers l'avant. Ce sont là, d'ailleurs, les conséquences évidentes de ce que :

1° Le ciel s'appliquant sur la grille, bouchait imparfaitement la partie inférieure du foyer, ce qui créa une contre-pression verticale ascendante sur le berceau;

2° Le talon d'arrière *a* (fig. 8) fut d'abord maintenu contre son guide *b*, fixé à l'entretoise *c* du châssis;

3° La vapeur, pénétrant dans le foyer, produisit une poussée vers l'avant, due à sa sortie par la porte de chargement.

Par suite de la position de son centre de gravité, la chaudière s'est élevée d'abord en tournant autour de la boîte à fumée et elle aurait continué à basculer autour de son avant, si d'autres phénomènes d'explosion, consécutifs à la chute du ciel, n'étaient venus modifier ce mouvement et projeter la boîte à feu vers l'arrière en même temps qu'elle penchait vers la droite. Le mouvement vertical avait d'ailleurs



FIG. 7. — Arbre du jette-feu déformé, juxtaposé sur l'entretoise des grands supports, également déformée.

pris fin avant que la partie inférieure de la boîte à feu ne fût dégagée du châssis, comme le montrent à la fois : 1° les traces laissées par des rivets et têtes d'entretoises de la boîte à fumée, qui s'était nécessairement gonflée, sur les longeronnets intérieurs *d*; 2° l'écrasement de ces rivets et têtes d'entretoises lorsqu'ils sont venus s'appliquer contre les roues.

En examinant les cassures du corps cylindrique réparties sur une chaudière identique à celle de la machine 626 (fig. 1 et 2), on peut constater une certaine symétrie des cassures en A et B, de chaque côté de la chaudière, à la naissance du corps cylindrique. Cette symétrie fait supposer que l'augmentation de pression dans la boîte à feu résultant de la chute du ciel, ayant écarté les parois, cet écartement a produit une ovalisation du corps cylindrique, dont le diamètre horizontal s'est allongé; il a pu s'y prêter assez facilement dans les parties hautes et sur les côtés où il n'était pas maintenu, mais dans la partie basse, le voisinage de la plaque avant de la boîte à feu s'est opposé à cette déformation; il en est résulté en A et en B des points de fatigue maximum qui sont devenus alors des centres de dislocation.

Du côté droit, la dislocation s'est propagée lentement; elle s'est, au contraire, étendue très rapidement du côté gauche et c'est cette différence qui, à partir de cet instant, a produit une dissymétrie dans les mouvements. Les traces, les chocs, les ruptures, les trajectoires des parties détachées montrent que la rupture du corps cylindrique s'est faite tout d'abord suivant *Acde* (fig. 1) et qu'il s'est développé par

le bas, s'enflant comme une voile de navire poussé, vers la droite et vers le haut, par la pression de la vapeur sur les parois encore en place.

La déchirure s'est de même propagée à la partie supérieure du corps cylindrique suivant *crsu* (fig. 1), puis a gagné la partie avant droite. L'arrivée en *e* et en *u* a dû se faire simultanément, car le panneau *Q* a été projeté à peu près horizontalement. Les parties *M* et *N*, déjà détachées en *Ac*, sont venues, alors que le soulèvement était encore peu accentué, frapper l'entretoise *h* (fig. 8); la boîte de vidange *R* (fig. 1 et 2) rencontrant la roue *y* (fig. 8) pendant ce développement, brisa ses rais, l'arbre coudé en *x* et se brisa elle-même en deux, un morceau restant adhérent au corps cylindrique.

Du centre de dislocation *A* sont parties également une première déchirure suivant *Aux* et *Avyy* avec bifurcation en *v* et une deuxième suivant *Afgh* (fig. 1), le panneau *P* se détachant par pliage autour de *yg*. A ce moment, la boîte à feu ne s'était point encore dégagée du châssis; la traverse *h* (fig. 8) se séparant alors du longeronnet *d* de gauche, la face avant de la boîte à fumée se trouva fortement appliquée contre cette traverse maintenue par son assemblage avec le longeron médian *g* (fig. 8) et souleva à la fois la traverse et le longeron, celui-ci venant frapper le corps cylindrique dans son développement puis se dégageant ensuite de sa boîte *n* et permettant la rotation de la plaque avant de la boîte à fumée autour de son arête verticale droite.

Le corps cylindrique étant rompu, la partie avant et la partie arrière de la chaudière n'ont plus été réunies que par le faisceau tubulaire; celui-ci s'est détaché de la boîte à feu en entraînant la plaque tubulaire, rompue suivant l'arête verticale gauche du foyer; puis il y a eu

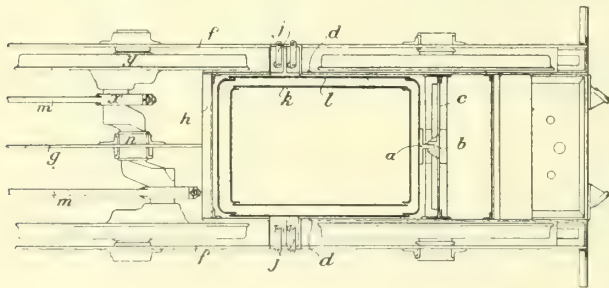


FIG. 8. — Plan de la partie arrière de la locomotive.

a, talon d'arrière; — *b*, guide du talon d'arrière; — *c*, entretoise; — *d*, longeronnets; — *e*, longerons; — *f*, longeron médian; — *g*, traverse des longeronnets; — *h*, grands supports en acier moulé; — *i*, foyer; — *j*, boîte à feu; — *k*, bielles motrices; — *l*, boîte médiane de l'essieu moteur; — *m*, point de rupture de l'arbre moteur; — *n*, roue dont les rais ont été brisés.

rupture de cette plaque dont une partie est restée adhérente au faisceau. En vertu de l'impulsion initiale, la partie arrière du faisceau a continué son mouvement vers la droite et a produit une rotation de l'ensemble formé par le faisceau, la boîte à fumée et la première virole, autour d'un axe sensiblement vertical passant par l'avant. Au même instant, la partie supérieure des deux dernières viroles du corps cylindrique sautait presque verticalement en l'air tandis que la boîte à feu était lancée vers l'arrière et à droite en se fragmentant. Le châssis éventré restait naturellement en place, l'essieu moteur étant rompu en *x* par le choc de la poche de vidange *R* contre la partie haute de la roue *y* pendant que s'achevait le développement du corps cylindrique.

Conclusions. — Si l'enquête des Ingénieurs de la Compagnie de l'Ouest a été conduite avec les soins les plus minutieux et avec une méthode rigoureuse, elle n'a pu leur permettre cependant d'aller jusqu'à déterminer, d'une façon certaine le pourquoi de l'explosion; la question reste donc posée. Leurs conclusions, à cet égard, sont d'ailleurs des plus timides; voici, en effet, celles qui terminent le rapport de M. Dubois :

L'explosion de la machine 626 s'explique donc aussi bien dans ses détails que dans ses grandes lignes par la chute originelle du ciel du foyer. La disposition particulière de la chaudière avec son foyer profond, qui justifie pleinement la transmission de l'explosion au corps cylindrique, et le mode de rupture du corps cylindrique, dont l'extrême division n'a été que la conséquence d'une première ouverture, montrent que, malgré le morcellement de la chaudière, l'explosion se comprend parfaitement sans qu'il soit nécessaire de recourir à aucune hypothèse de surpression instantanée comme en produisent les explosifs.

Les constatations que nous avons faites prouvent bien qu'on ne saurait attribuer à l'explosion une autre origine que la chute du ciel : même si l'on négligeait les détails du phénomène, la parfaite symétrie constatée dans la première partie du mouvement de la chaudière et la rupture de la virole arrière du corps cylindrique suivant une génératrice latérale sont des faits généraux qui devraient faire écarter toute idée d'origine de rupture dans le corps cylindrique; car si un phénomène symétrique provoque facilement,

dans la succession des faits, un phénomène asymétrique, l'inverse est improbable. D'ailleurs, sans avoir recours à des considérations aussi abstraites, nous ferons remarquer que, si la rupture avait eu son origine dans le corps cylindrique, celui-ci s'étant ouvert latéralement, le premier effet aurait été de basculer l'ensemble de la chaudière et on ne trouverait pas la parfaite symétrie de marques relevées sur la boîte à feu.

Pourquoi le ciel du foyer est-il tombé ?

Sur ce point, il nous est impossible de répondre, car nous n'avons pu déterminer quelle était celle des pièces de la suspension qui avait cédé la première. Mais, quoique la suspension d'un ciel de foyer soit la partie délicate d'une chaudière, il paraît peu vraisemblable que le ciel du foyer de la machine 626 soit tombé sans qu'il y ait eu surpression dans la chaudière.

Bien que nous n'ayons pu établir que cette surpression se soit réellement produite et que le témoignage d'agents, intéressés il est vrai dans l'accident, tende même à prouver le contraire, la Compagnie croit devoir abandonner le modèle de soupapes dont était munie la machine 626.

Ce modèle de soupapes, très répandu en Angleterre, a été adopté par la Compagnie de l'Ouest, il y a vingt ans, en raison de certains avantages qu'il présente; mais depuis dix ans, on lui a préféré, pour les constructions neuves, un type plus perfectionné.

La substitution de ce second type au premier, sur les machines qui en sont munies, est actuellement en cours d'exécution; elle sera bientôt achevée et il y a tout lieu d'espérer que cette mesure, jointe à un redoublement d'attention dans la visite des ciels de foyers, sera de nature à éviter le retour de l'accident qui l'a motivée.

En définitive, l'enseignement pratique que les Ingénieurs de la Compagnie de l'Ouest ont dégagé de leur enquête sur l'accident se traduit simplement par le remplacement de quelques soupapes et par la recommandation d'augmenter la surveillance des chaudières.

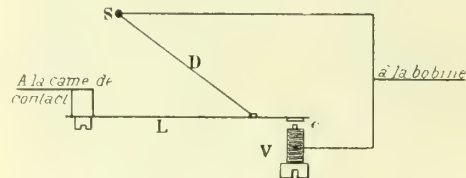
VARIÉTÉS

Régulateur électrique automatique pour moteurs d'automobiles.

On connaît les multiples dispositifs appliqués au réglage de la vitesse dans les moteurs à explosion; la plupart de ces dispositifs donnent de bons résultats; néanmoins, beaucoup de constructeurs d'automobiles croient pouvoir se dispenser de l'emploi de tout régulateur. Cette simplification apparente est à notre avis, regrettable. Elle complique notablement la conduite du véhicule, et oblige, en particulier, à agir à la main sur le moteur à chaque débrayage.

C'est pour pallier à ce défaut que divers inventeurs ont établi des appareils de régulation pouvant s'adapter, après coup et sous l'addition d'organes mécaniques, aux moteurs déjà construits.

Nous avons, dans cet ordre d'idées, signalé le carburateur-régulateur de MM. Grouvelle et Arquembourg (1), qui fournit une solution élégante du problème en ce sens qu'il permet, non seulement d'éviter l'emballement, mais encore de graduer la vitesse, et qu'il se prête à la commande à distance.



Le régulateur que représente la figure ci-contre, établi par les Victoria Works, de Charlton, est peut-être moins parfait dans son mode d'action, puisqu'il

n'agit que sur l'allumage; par contre, il s'adapte avec une remarquable facilité à un moteur existant.

Dans le circuit d'allumage se trouve intercalé le système formé d'un ressort *L*, portant à son extrémité une pièce de contact *c* qu'il tend à appuyer sur la vis *V*, ladite lame de ressort étant retenue par un fil dilatable *D* fixé au support *S*.

Au repos du moteur, le contact *c* est à petite distance de la vis *V*, le circuit d'allumage se trouve donc coupé. Le moteur étant mis en marche, chaque émission de courant provoquée par la came d'allumage a pour effet de dilater le fil *D*, qui amène *c* au contact de la vis *V* et, par suite, lance le courant dans la bobine, à la condition toutefois que l'émission de courant dure un temps suffisant; autrement dit, à condition que le moteur tourne assez lentement. Au delà d'une certaine vitesse (réglable en agissant sur la vis *V*) le contact ne se produit plus, l'allumage manque et le moteur ralentit, le courant qui passe dans le fil à grande résistance *D* étant insuffisant pour provoquer le fonctionnement de la bobine.

Un dispositif simple permet aussi de combiner ce régulateur avec la pédale d'embrayage, de façon qu'il n'agisse que lorsque le moteur est débrayé.

F. D.

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XLVI, n° 14, p. 221.

Emploi de l'air liquide et du charbon pour la production du vide et des gaz purs.

Le *Génie Civil* a signalé dernièrement, à propos de la liquéfaction des gaz (1), l'importante découverte que le professeur Dewar vient de faire en ce qui concerne le pouvoir absorbant du charbon de bois pour les gaz. Cette découverte semble appelée à recevoir immédiatement des applications industrielles intéressantes. Voici quelques renseignements complémentaires à son sujet.

Le charbon de bois, qui, à la température ordinaire, possède déjà un très grand pouvoir absorbant pour les gaz, possède encore ce même pouvoir aux très basses températures, mais il est considérablement exalté. M. Dewar utilise cette propriété, soit pour obtenir industriellement un vide parfait, soit pour séparer des gaz qui, primitivement, étaient mélangés.

On sait que, si l'on chauffe le charbon de bois au rouge sombre, ou si on le place dans une enceinte dans laquelle on fait le vide, de façon à le débarrasser des gaz de l'atmosphère qu'il retient toujours en très grandes quantités, il est capable, étant placé à la température ordinaire dans un récipient renfermant quelques traces de gaz, d'absorber ces gaz avec assez d'énergie pour qu'un vide presque parfait soit obtenu dans ce récipient. On a remarqué que le pouvoir absorbant était d'autant plus considérable que le gaz était plus soluble dans l'eau; aussi cette absorption est-elle insignifiante et pratiquement inutilisable pour l'hydrogène et l'oxygène à la température ordinaire; au contraire elle est beaucoup plus considérable si l'on opère à la température d'ébullition du gaz sous la pression atmosphérique.

Ainsi, à 0 degré centigrade, 1 gramme de charbon n'absorbe que 4 centimètres cubes d'hydrogène et 18 centimètres cubes d'oxygène, mesurés à 0 degré sous la pression normale; mais, si l'on opère à la température de -182 degrés centigrades (température de l'air bouillant sous la pression normale de 760 millimètres de mercure), il absorbe 135 centimètres cubes d'hydrogène et 230 centimètres cubes d'oxygène mesurés dans les mêmes conditions.

On peut utiliser cette propriété pour faire le vide dans les lampes à incandescence, ou dans les tubes de Crookes pour l'obtention des rayons X de Röntgen; il suffit de les mettre en communication avec une masse suffisante de charbon, de refroidir celui-ci, et d'interrompre la communication dès que le vide est obtenu.

Par les chiffres donnés plus haut, on voit que le charbon absorbe l'oxygène en plus grandes quantités que l'hydrogène; le fait est général, et, quand plusieurs gaz sont mélangés, le charbon fait un choix et s'empare des uns de préférence à certains autres; en multipliant les opérations de séparation, par une méthode analogue à celle de la distillation fractionnée, on peut obtenir des gaz suffisamment purs pour les usages industriels.

Ainsi, en faisant passer de l'air en excès sur du charbon refroidi à -182 degrés, ce charbon retient les gaz de façon à fournir ensuite un mélange contenant 56 % d'oxygène et 44 % d'azote. De même, en opérant avec le gaz d'éclairage à -80 degrés, le charbon absorbe tous les hydrocarbures gazeux, et ne laisse guère passer que l'hydrogène et l'oxyde de carbone. Il suffit ensuite de le chauffer pour régénérer ces hydrocarbures et avoir un gaz extrêmement riche en carbone et très éclairant.

Si, quand on chauffe le charbon, au lieu de laisser les gaz absorbés se dégager à la pression ordinaire, on les envoie dans des récipients clos, on peut obtenir ceux-ci comprimés dans des cylindres métalliques résistants, c'est-à-dire sous la forme immédiatement utilisable pour le transport et leur emploi ultérieur.

Appareil pour la vérification des balances industrielles à bras inégaux.

Lorsqu'on vérifie une balance industrielle à bras de levier inégaux, une bascule par exemple, le déplacement relatif des points d'application des forces agissant sur le système de leviers qui servent à transmettre un effort donné à la plate-forme est souvent une cause d'erreurs, en raison des inclinaisons des divers leviers les uns par rapport aux autres. L'appareil dont nous allons donner la description, d'après les *Zapiski imperatorskago technicheskago Obchestva*, de mai, permet d'éviter entièrement ces erreurs. Il sert à transmettre à la plate-forme de la balance des pressions qu'on peut toujours évaluer exactement, sans qu'on ait à déplacer des poids très lourds, comme lorsqu'on charge cette plate-forme directement avec ces poids.

Cet appareil (fig. 1, 2 et 3) se compose essentiellement d'un double montant vertical en fer D, terminé vers le bas par un cadre R, également en fer, qu'on pose sur la plate-forme, et portant à son extrémité supérieure le couteau L d'un fléau de romaine. Ce fléau est encore pourvu de trois autres couteaux, M, N et K, dont l'un, N, constitue le point fixe; l'autre, K, porte le plateau à poids Q, et le troisième, M,

un contrepoids P, servant à équilibrer le poids propre du levier par rapport au couteau L.

Les couteaux N s'appliquent sur une surface horizontale ménagée à l'intérieur d'un anneau accroché à un tendeur *n*, relié lui-même par deux chaînes à deux barres inclinées A et A' articulées en *a*. Celles-ci, qui sont percées d'une rangée de trous, sont fixées à des montants B et B', solidaires de la base fixe de la bascule, par des chevilles *r* et par des tirants obliques *c*, de longueur réglable. Une fois les chevilles *r* mises en place, et la longueur des tirants *c* déterminée, le point *a* est donc fixe; il doit toujours être exactement à l'aplomb du couteau N.

Le bras incliné E sert uniquement à empêcher le fléau de descendre trop bas.

Pour se servir de l'appareil, on le dispose sur le plateau de la balance à vérifier, on équilibre exactement le fléau, puis on charge

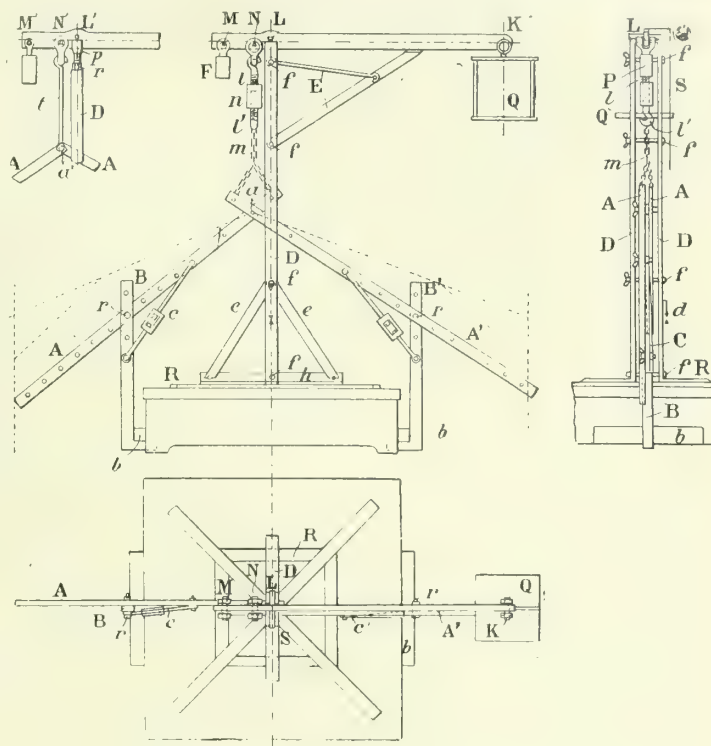


FIG. 1, 2 et 3. — Élévation, vue latérale et plan de l'appareil à vérifier les balances.

le plateau Q et on ramène ce fléau dans sa position horizontale, indiquée par l'aiguille S, en faisant tourner l'écrou double du tendeur *n*. On connaît exactement le poids de l'appareil et celui du poids ajouté au plateau Q, et comme le fléau est toujours parfaitement horizontal, l'effort total transmis au plateau peut être déterminé avec toute la précision voulue.

La figure 4 montre le dispositif à employer pour le cas où on ne peut fixer les montants à la plate-forme de la balance. On munit alors

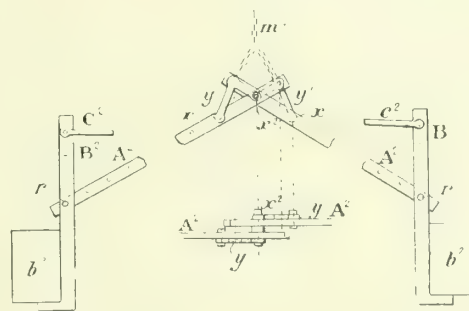


FIG. 4. — Autre dispositif de l'appareil de vérification.

tandis que, si l'on employait le premier dispositif, cette traction tendrait à écarter ces montants de poutres *b*², ce qui pourrait provoquer un déplacement accidentel du point *x*² d'articulation des barres A².

A gauche de la figure 1 se trouve représenté un dispositif remplaçant le tendeur *n*. Il consiste à employer, à la place de ce tendeur, une tige rigide *t*, et à terminer, vers le haut, le montant D par un écrou *r*, dont la vis porte une fourche *p*, sur laquelle s'appuie le couteau L. La rotation de cet écrou permet de toujours ramener le fléau à l'horizontale, comme le faisait tout à l'heure le tendeur.

(4) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 22, p. 358.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 2 octobre 1905.

Astronomie. — I. — *Résumé des observations de l'éclipse totale de soleil du 29-30 août 1905, faites à Sfax (Tunisie).* Note de M. G. BIGOURDAN.

II. — *Observation de l'éclipse de soleil du 30 août 1905, à l'Observatoire de Marseille.* Note de M. STRÉPHAN.

Ces deux notes complètent les exposés, qui ont déjà été présentés à l'Académie, des différents résultats d'observation obtenus pendant l'éclipse du 30 août dernier. Ils ne signalent aucune nouveauté bien saillante, sauf peut-être ce qui concerne l'observation des ombres volantes. Ce phénomène, un des plus frappants qui accompagnent les éclipses de soleil, a été observé cette fois en beaucoup d'endroits de Sfax ou des environs, et par un grand nombre d'observateurs. En général, c'étaient des bandes sinuées et ondulantes à peu près parallèles, dirigées souvent vers le soleil et se déplaçant perpendiculairement à leur direction, avec la vitesse moyenne d'un homme au pas.

Dans le court instant consacré à l'examen de ces ombres, on a constaté qu'elles offraient, sur le sable, et à la régularité près, l'aspect des ombres produites par une légère fumée. On a pu recueillir sur ce phénomène intéressant des observations nombreuses.

Magnétisme terrestre. — *Sur la direction de l'aimantation permanente dans une argile métamorphique de Pontfavein (Cantal).* Note de M. Bernard BRUNHES, présentée par M. Mascart.

M. David et l'auteur ont déjà signalé le cas de couches d'argiles métamorphisées et transformées en brique naturelle par des coulées de lave volcanique dans lesquelles la direction de l'aimantation est, en général, bien déterminée et différente de la direction actuelle du champ magnétique terrestre au lieu où se trouve le banc. La direction de l'aimantation permanente est d'ailleurs la même dans la brique et dans la roche volcanique qu'a donnée la coulée en refroidissant, et cette direction commune d'aimantation est vraisemblablement celle même du champ terrestre à l'époque de la coulée.

L'étude de nouvelles carrières de brique naturelle a toujours confirmé ces premiers résultats. La carrière de Cezens, arrondissement de Saint-Flour, près de Pontfavein, à 1020 mètres d'altitude, a donné, en outre, un résultat nouveau. L'argile a été cuite par une coulée de basalte des plateaux qui remonte à l'époque miocène. De nombreux échantillons, prélevés tant sur la brique que sur le basalte qui la surmonte, à des distances atteignant 100 mètres l'un de l'autre, ont présenté une direction d'aimantation uniforme, avec le pôle nord actuel du côté sud et en haut. L'inclinaison, définie par l'angle que fait avec la verticale dirigée vers le bas la moitié nord de l'aiguille, est donc négative dans la brique et le basalte de Pontfavein. Elle est égale à -75° degrés. L'interprétation la plus naturelle est que l'inclinaison était négative dans la région à l'époque de la coulée, résultat qui confirme les conclusions autrefois contestées de Folgheraiter qui, en étudiant l'aimantation des poteries étrusques et romaines, avait trouvé que l'inclinaison était négative en Italie cinq ou six siècles avant notre ère.

Mécanique. — *Sur les lois du frottement de glissement.* Note de M. Paul PAINLEVÉ.

Dans cette note M. Painlevé discute les cas d'impossibilité qui se présentent quand on applique les lois du frottement de glissement, dites lois de Coulomb, aux solides rigides.

Comme dans sa communication relative aux cas d'ambiguïté (1) l'auteur se borne à considérer un système formé d'une tige rectiligne rigide AB non homogène, dont l'extrémité A glisse, dans un plan vertical, sur une droite fixe horizontale Ox. La liaison peut être bilatérale ou unilatérale : si elle est bilatérale, le point matériel A glisse entre deux droites fixes horizontales très voisines qui ne le servent pas. Si la liaison est unilatérale, A est placé au-dessus de Ox et peut se soulever au-dessus de cette

horizontale : la réaction de Ox vers A est alors nécessairement dirigée vers le haut. Enfin la tige AB n'est soumise à d'autres forces données que la pesanteur.

L'auteur, répondant à quelques objections qui lui ont été faites, arrive aux conclusions suivantes :

1° Il y a contradiction logique, dans des conditions réalisables, entre les lois de Coulomb et la dynamique des solides rigides ;

2° Les conditions dans lesquelles cette contradiction se manifeste peuvent être réalisées pendant une durée aussi grande qu'on veut.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

CHEMINS DE FER

Chauffage par la vapeur des trains de la Compagnie P.-L.-M. — Les premières applications du chauffage, par la vapeur, des trains de voyageurs à la Compagnie P.-L.-M. datent d'une dizaine d'années. Elles furent limitées tout d'abord à quelques voitures entrant dans la composition des trains de luxe ; depuis lors, elles ont été étendues à tous les trains express du réseau, dont tous les véhicules (locomotives, fourgons et voitures de toutes classes) seront pourvus des appareils nécessaires pour l'hiver prochain.

Le principe de ce chauffage, qui a déjà été étudié dans le *Génie Civil* (1), consiste à fournir du calorique, emprunté à la vapeur de la locomotive, à un liquide incongelable, contenu dans des chaufferettes placées sous les pieds des voyageurs. La température peut être réglée de l'intérieur des voitures. Les tuyaux de vapeur qui desservent chaque chaufferette sont branchés sur la conduite générale et sont ouverts, à leur autre extrémité, de manière à éviter toute pression dans les canalisations situées dans les compartiments. Le débit de vapeur est limité par deux diaphragmes placés dans chacun de ces tuyaux, à l'origine du branchement. C'est par l'extrémité libre susdite que s'écoule, au dehors, l'eau de condensation. Les accouplements entre véhicules se font par des tuyaux métalliques à rotules.

Le liquide des chaufferettes est formé d'une dissolution de chlorure de calcium à 30 degrés Baumé. Il ne se congèle pas à une température de -32° degrés et ne bout qu'à 108° degrés. La vapeur a une pression variant de $1^{\text{kg}}/5$ à $4^{\text{kg}}/5$ suivant la longueur des trains. La température des chaufferettes est d'environ 70 degrés et celle de l'eau des lavabos, qui peut aussi être chauffée par la vapeur, de 35 degrés.

Les dessins concernant ces appareils de chauffage, ainsi que leur montage, ont été publiés par la *Revue générale des Chemins de fer*, dans son numéro d'août.

CONSTRUCTIONS CIVILES

Le nouveau bâtiment de l'Office des brevets, à Berlin. — On vient d'inaugurer, à Berlin, dans le quartier sud, un nouvel édifice monumental, destiné aux services de l'Office impérial des brevets, et dont le *Zentralbl. der Bauverw.*, du 30 septembre, donne plusieurs photographies, avec une description détaillée. La façade principale, sur la rue Gitschine, n'a pas moins de 234 mètres de longueur, et le bâtiment a quatre étages.

Sur les 23 600 mètres carrés qu'il occupe, il y en a seulement 13 200 bâtis et 3 000 destinés à des agrandissements ultérieurs. Le sous-sol renferme les magasins, dépôts et salles d'essais ; le rez-de-chaussée renferme les caisses et bureaux auxquels s'adresse le public ; les autres étages sont réservés aux salles de réunion, archives, bibliothèque, etc. Des ateliers de reproduction photographique sont ménagés dans les combles. Il y a dix escaliers, trois ascenseurs et deux monte-charges, ceux-ci électriques.

Une salle de chaudières, installée dans un bâtiment séparé, contient une batterie de six générateurs, qui envoient de la vapeur à haute pression dans le sous-sol de l'édifice, où se trouvent des ré-

chauffeurs secondaires, dont les canalisations d'eau chaude se répartissent dans les diverses salles des étages.

La *Zeits. des Ver. deutsch. Ing.*, du 30 septembre, consacre également une courte note à cet édifice.

ÉLECTRICITÉ

La commande électrique des trains de laminoirs réversibles. — Les avantages spéciaux des trains réversibles rendent leur emploi très fréquent dans les ateliers de laminage ; toutefois, l'application de la commande électrique à ces appareils, qui serait elle-même une source d'économie, par la suppression des moteurs à vapeur affectés à chaque train et la centralisation de la production d'énergie, présente certaines difficultés qui se rencontrent, du reste, dans l'électrification des machines d'extraction de mines. La fréquence des arrêts fait, en effet, que la puissance maximum est huit à dix fois plus grande que la puissance moyenne, calculée pour toute la durée du travail, pour la machine de laminage ; cette proportion est quatre à cinq seulement pour la machine d'extraction. La commande électrique des laminoirs réversibles est donc particulièrement difficile ; il faut : 1° un démarrage et un freinage très rapides ; 2° des dispositifs compensateurs des variations brusques de la puissance ; il s'agit en outre d'inverser, en quelques secondes, le mouvement d'électromoteurs dont la puissance peut atteindre plusieurs milliers de kilowatts.

M. ILGNER, Ingénieur de la Société autrichienne Siemens-Schuckert, a étudié pour cette application un dispositif compensateur, dont la *Zeits. des Oesterr. Ing. Vereines*, des 22 et 29 septembre, donne le schéma et la description.

Dans ce système, les deux moteurs du laminoir sont munis d'une excitation compound, et disposés en série l'un par rapport à l'autre ; dans le même circuit sont deux dynamos, également compound, montées aussi en série, et calées sur un arbre commun, qui porte un volant.

L'excitation shunt des moteurs, aussi bien que celle des dynamos, est prise sur un circuit auxiliaire tout à fait indépendant. L'emploi de deux moteurs et deux dynamos se justifie par la nécessité de diminuer la puissance demandée à chaque induit et de pouvoir travailler à marche réduite en cas d'avarie à une des deux machines.

L'énergie absorbée par le ou les volants, dont l'inertie est considérable, sert à atténuer les variations de la puissance exigée des moteurs ; la modification et l'inversion de l'excitation des dynamos permettent les changements de marche des moteurs sans arrêt du mouvement des volants, qui continuent leur rôle de compensateurs.

L'application de ce système comporte des dispositions de commande par relais, et des régulateurs automatiques, dans le détail desquels nous n'entrerons pas ; ces dispositions sont, d'ailleurs, énumérées dans la communication de M. Ilgner, qui termine en reproduisant les résultats obtenus avec une installation d'essais, à la Gutehoffnungshütte, pour le laminage de lingots de 3 à 4 tonnes.

HYGIÈNE

Essais bactériologiques pour le contrôle de l'épuration des eaux d'égouts. — M. A. ROBIN critique, dans l'*Engineering News*, du 17 août, les méthodes actuelles employées pour la détermination du degré d'efficacité des filtres à sable au point de vue de l'épuration bactérienne des eaux. Cette efficacité est, dans ces méthodes, exprimée par le rapport des nombres de bactéries avant et après filtration.

Il signale quatre points defectueux de ces méthodes :

1° Le nombre de bactéries se développant dans un bouillon de culture varie beaucoup avec la composition et la préparation de ce bouillon, avec l'espèce de bactéries et les conditions de la culture. Il s'ensuit que la réduction indiquée par les essais du nombre de bactéries après filtration ne correspond pas à la réduction du nombre des espèces de bactéries ; les espèces disparues pouvant être celles qui se développent le mieux ou le plus mal dans le bouillon employé ;

2° On ne peut faire porter les essais sur deux échantillons d'eau filtrée et non filtrée comparables, à cause de la variation assez fréquente de la composition de l'eau et de la grande quantité d'eau emmagasinée entre l'entrée et la sortie des filtres ;

3° Ordinairement on dilue l'eau non filtrée au

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 48, p. 302. (Comptes rendus de l'Académie des Sciences.)

(4) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIX, n° 5, p. 73.

cinquantième ou au centième et l'erreur est multipliée par 50 ou par 100, tandis que l'eau filtrée est essayée sans dilution et, d'autre part, si on veut la diluer lorsqu'il y a peu de bactéries, leur répartition aux différents points du mélange devient presque impossible;

4^e Enfin ces méthodes sont trop lentes (deux à quatre jours) et ne permettent pas de surveiller à temps la marche du filtre.

L'auteur préconise pour ces essais l'emploi de certains bouillons contenant de petites quantités d'antiseptiques spécifiques réduisant le nombre des genres de bactéries qui peuvent s'y développer. Le bouillon aux sels de la bile, de Mac Conkey, remplit très bien ce but et ne laisse se développer que quelques espèces, principalement les bactéries intestinales les plus intéressantes à recenser.

Il décrit l'application de son emploi à l'étude des eaux de deux filtres d'expériences et l'application de cette méthode au point de vue industriel.

Cette méthode ne demande que dix-huit heures pour un essai complet.

INDUSTRIES TEXTILES

Triage des laines brutes. — Le commerce distingue un grand nombre de qualités de laines; c'est ainsi qu'une toison en renferme au moins six à huit sortes, et que chaque race de moutons fournit toute une série de qualités différentes.

Les laines importées ne renferment, parfois, qu'un tiers de leur poids de laine propre, le reste consiste en suint et en poussières de diverses natures; la laine provenant des moutons morts est souvent chargée de chaux. La laine nécessite donc un triage antérieur à tout travail.

Les laines sont souvent expédiées en ballots dans lesquels les toisons sont enroulées, et il faut parfois les chauffer pour amollir la graisse et pour pouvoir les dérouler.

Le trieur exécuté à la main, avec des ciseaux, le triage des matières étrangères et des différentes sortes de laines, sur des tables criblantes, en vue de séparer certaines parties poussiéreuses ou très sales qui sont, non seulement très désagréables à manipuler, mais qui, pour certains types de toisons, sont très dangereuses; certaines races de moutons, surtout les races asiatiques, étant sujettes à l'anthrax, les germes que renferment les toisons peuvent alors être la cause d'infections mortelles. Ces dangers ont occasionné partout une réglementation du travail de triage.

L'Engineer, du 25 août, décrit ces règlements pour le Royaume-Uni, et deux types d'appareils de triage installés conformément à ces règlements.

Chacune de ces installations comprend deux salles principales, l'une destinée à l'ouverture des ballots dangereux, parfois après immersion dans l'eau, sur une table criblante d'au moins 1 mètre $\times$ 1 mètre, avec aspiration d'air au dessous du crible, avec un débit d'au moins 45 mètres cubes par minute au centre.

Les laines dangereuses sont plongées dans un liquide désinfectant.

L'autre pièce est destinée au triage. C'est une vaste salle, qui a 28 mètres cubes d'air par trieur, entourée de tables à tamis avec une aspiration en dessous qui prend l'air au centre, à raison d'au moins 23 mètres cubes par minute. L'air de la salle ne doit pas descendre au-dessous de 15 degrés centigrades.

Les poussières des deux salles sont entraînées dans des tuyauteries qui les amènent dans une chambre de séparation. Cette séparation se fait de différentes façons, mais doit être complète. On brûle les matières séparées. Les ventilateurs sont commodément actionnés électriquement.

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Causes des cassures profondes des tuyaux d'égouts en poterie. — L'Engineering Record, du 19 août, publie des extraits d'un mémoire présenté par M. W. HULL, à l'American Ceramic Association, au sujet des causes de ruptures profondes des tuyaux en poterie pendant leur cuisson.

Il procéda à une cuisson avec toutes les précautions nécessaires de chauffe et de dessiccation préalable des tuyaux, et ces précautions l'ont amené à déduire que la période dangereuse de la cuisson se présente pendant l'oxydation.

Cette période, nécessaire à la bonne cuisson, était obtenue en arrêtant l'élévation de la température

lorsque le fond du four était au rouge cerise; plus elle était rapidement atteinte plus les cassures étaient nombreuses.

Après avoir indiqué la façon actuelle de procéder pour éviter les fluctuations de température dans le four quand on cherche à maintenir cette température constante, l'auteur, pour expliquer les causes des deux sortes de cassures remarquées au cours de ses essais, décrit le procédé employé pour le moulage des tuyaux. Ce moulage s'opère de telle façon que le tuyau cru est constitué par deux feuillets superposés: une couche extérieure plus dense que l'intérieure, et ne faisant corps avec celle-ci qu'incomplètement. C'est cette séparation des deux couches qui met obstacle au passage de la chaleur et des gaz. Il montre comment cette structure facilite l'action des trois causes ordinaires de rupture: dilatations inégales, contractions inégales, pression de la vapeur d'eau restée enfermée dans le corps du tuyau, dues toutes trois à des chauffages défectueux; puis il examine les phénomènes qui se produisent sous l'action de ces trois causes.

Il conclut en classant les ruptures en deux catégories dues à deux manières défectueuses de conduire le feu:

1^{re} Cassures dues au feu, produites par les fluctuations soudaines de température. Les expériences n'ont pas déterminé les limites des périodes pendant lesquelles ces fluctuations sont nocives, mais ont montré leur action effective dans la période d'oxydation;

2^e Cassures dues à l'eau et résultant de la pression de la vapeur d'eau produite trop rapidement par suite de la conduite trop rapide de la cuisson à son début.

MÉCANIQUE

Turbines à vapeur de la Société Union, à Essen-sur-Ruhr (Prusse). — Parmi les quelques turbines à vapeur figurant à l'Exposition de Liège, on peut citer deux unités, l'une de 40 chevaux et l'autre de 300 chevaux, exposées par la Maschinenbau A.-G., d'Essen-sur-Ruhr. Elles utilisent la vapeur surchauffée à 300 degrés, sous la pression de 12 kilogrammes.

Ces machines, dont il existe des types à axe vertical et à axe horizontal, sont construites pour les petites puissances, sur un modèle analogue à celui de la turbine Riedler-Stumpf, qui a été décrit précédemment dans le Génie Civil⁽¹⁾. La disposition des aubages des couronnes mobiles, en particulier, est la même. Pour les grandes puissances, on superpose une turbine à réaction et une turbine à action, du type ci-dessus. La turbine à réaction est munie d'aubages du genre Parsons, à diamètres croissants.

La vapeur arrive par la partie inférieure de la machine, traverse les couronnes de la turbine à action, puis celles de la turbine à réaction, et s'en va au condenseur.

L'appareil récepteur, dynamo ou pompe centrifuge, est monté sur l'axe vertical, au-dessus des turbines, ainsi que le régulateur.

La Schweiz. Bauzeit., du 30 septembre, donne une description de ces turbines, avec des dessins d'ensemble et de détail, et un procès-verbal d'essais relatif à une turbine de 50 chevaux.

Grappin Farrington pour la manutention des pierres de taille. — Cet instrument, destiné à remplacer la louve pour la levée des grosses pierres de taille, est décrit dans l'Engineering News, du 20 juillet. C'est un fort piton par lequel se fait l'attache, et au moyen duquel on comprime un ressort spiral contre la paroi d'un trou cylindrique fait dans la pierre. Un grappin Farrington de 25 millimètres de diamètre, serré dans un trou de 15 centimètres de profondeur, permet de soulever une pierre de près de 9 tonnes. Le trou cylindrique peut être exécuté bien plus rapidement et bien plus facilement que le trou de louve ordinaire.

MÉTALLURGIE

Le Comptoir des aciéries allemandes et ses opérations. — Le recul subit et considérable de la consommation du fer, en Allemagne, pendant les années 1901 et suivantes (tombant de 130 kilogr. en 1900 à 75 kilogr. en 1902, par tête d'habitant, alors que les chiffres correspondants étaient 95 et 145 kilogr. pour la Belgique, 160 et 235 kilogr. pour les États-Unis), mit l'industrie métallurgique allemande dans une situation difficile, d'autant

plus que le marché international lui était rendu difficilement accessible par les droits de douane, notablement plus élevés dans les pays voisins qu'en Allemagne.

Aussi, en février 1904, trois des principaux syndicats d'usines métallurgiques se groupèrent sous le titre de Comptoir des aciéries, dont le siège social est à Düsseldorf. Son objet est d'acheter et de vendre les fers et aciers de toutes sortes, d'entreprendre et de participer à des exploitations métallurgiques, etc.

L'attribution des commandes et des bénéfices aux usines participantes se fait d'après un contrat comprenant une classification détaillée des produits.

Les stipulations de ce contrat sont énumérées dans une étude que publie M. Oskar SIMMERSBACH, directeur de forges à Düsseldorf, dans les *Annalen für Gewerbe*, du 1^{er} octobre, au sujet de l'influence économique de la création du Comptoir sur le marché allemand. Le Comptoir diffère, d'ailleurs, des trusts du type ordinaire, en ce qu'il n'intervient pas dans l'organisation intérieure des usines associées et en ce que celles-ci participent toutes à son administration au lieu d'être sous la dépendance de quelques personnalités seulement.

M. Simmersbach donne des renseignements très circonstanciés sur les opérations du Comptoir pendant le premier exercice et fait ressortir les avantages qu'en ont retirés les usines associées, par suite de la régularisation des prix et de l'uniformité du travail. Des nombreux tableaux statistiques que l'auteur se trouve amené à reproduire, nous citerons simplement celui qui concerne la production en acier, pendant l'année 1904, des principaux pays industriels.

	ACIÉRIES Bessener et Thomas	ACIÉRIES Martin	TOTAL
	tonnes	tonnes	tonnes
États-Unis	7 983 000	6 002 000	13 985 000
Allemagne et Luxembourg.	5 950 000	2 828 000	8 778 000
Grande-Bretagne	4 816 000	3 297 000	8 113 000
France	4 335 000	745 000	5 080 000

En terminant, l'auteur discute les objections que l'on a faites parfois, au nom des ouvriers, contre les groupements patronaux du genre de celui-ci, et montre que la situation des ouvriers n'est pas forcément plus mauvaise dans ce cas que si chaque usine reste isolée, le contraire se présente fréquemment.

MINES

District cuprifère de Wallaroo. — M. GASCUEL, Ingénieur civil des Mines, étudie, dans les *Annales des Mines*, de mai, le district cuprifère de Wallaroo, qui s'étend, dans l'Australie du Sud, à 200 kilom. environ au nord-ouest d'Adélaïde, sur le côté est du golfe de Spencer. Ce district cuprifère, connu et exploité depuis 1861, a une production annuelle dépassant 6 000 tonnes de métal; il comprend deux centres d'extraction, correspondant à deux gisements distincts: Wallaroo et Moonta, éloignés l'un de l'autre d'une quinzaine de kilomètres.

L'auteur décrit en détail le gisement de Moonta, qu'il eut l'occasion de visiter l'année dernière; quelques jours avant son arrivée dans le pays, un incendie ayant éclaté dans le puits principal de Wallaroo, il ne lui fut pas possible de pénétrer dans la mine de ce district, et il ne donne que quelques indications à son sujet.

Examinant le district de Moonta, il passe successivement en revue l'aspect et le climat du pays, le sous-sol, les filons, les eaux souterraines, l'exploitation, l'organisation du travail, la main-d'œuvre, le traitement du minerai, et les résultats obtenus dans cette exploitation.

Dans la concession de la Moonta, le minerai se trouve à l'état de chalcopryite, et accessoirement de bornite, dans des filons quartzeux recoupant le porphyre, mais ne pénétrant pas dans les calcaires, sans affleurements visibles par conséquent. Il a été extrait, en 1903, 61 000 tonnes de minerai, qui ont donné d'abord 10 400 tonnes de bon à fondre, et finalement 1 772 tonnes de cuivre pur.

À Wallaroo, on ne connaît qu'un grand filon quartzeux puissant et à peu près vertical; il renferme le cuivre à l'état de chalcopryite; le minerai qu'il fournit est très siliceux et très pur. Il a été extrait, l'année dernière, dans ce district, 103 600

(1) Voir le Génie Civil, t. XLIV, n° 42, p. 493.

tonnes de minerai, qui ont donné d'abord 29 700 tonnes de bon à fondre, et finalement 3 205 tonnes de cuivre pur.

Les eaux souterraines sont salées à Wallaroo comme à Moonta.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Station centrale et installations de l'United Shoe Machinery Co., à Beverly (États-Unis). — Les usines de l'United Shoe Machinery Co., de Beverly (Massachusetts), qui comprennent deux ateliers, un magasin, une forge, une fonderie et une station centrale d'énergie, occupent une surface de 160×162 mètres.

M. H. KNOWLTON, dans l'*Engineering Record*, du 19 août, donne la description de la station centrale qui occupe un angle de ces établissements. Il décrit successivement l'ensemble de cette usine, les chaudières, la cheminée, l'installation des turbines à vapeur et des machines auxiliaires, le tableau, les pompes, la tuyauterie, le chauffage des différents bâtiments, les ascenseurs et les moteurs des ateliers.

Le bâtiment a 30 mètres environ de longueur sur 27 mètres de largeur, dont 15 mètres pour la salle des chaudières et 12 mètres pour la salle des machines.

La salle des chaudières renferme quatre générateurs multitubulaires Stirling, chacun de 275 chevaux, dont deux pourvus de surchauffeurs, un économiseur Sturtevant de 330 mètres carrés de surface de chauffe. La cheminée, en béton armé, a 43 mètres de hauteur et 1^m 80 de diamètre; elle est à double paroi jusqu'à une hauteur de 20 mètres.

La machinerie est installée en contre-bas du sol. Elle comprend deux groupes de turbines Curtis tournant à 1 800 tours, pouvant marcher avec ou sans condensation, munies d'un régulateur de vitesse électromagnétique et directement couplées à des alternateurs triphasés de 500 kilowatts, à 600 volts. La vitesse des turbines entre zéro et la pleine charge ne varie que de 2 %. Elles consomment 10 kilogr. de vapeur entre mi-charge et pleine charge.

Il y a deux excitatrices, l'une actionnée électriquement, l'autre au moyen d'une turbine Curtis pour la mise en marche. Deux condenseurs à surface Wheeler, chacun de 170 mètres carrés de surface refroidissante peuvent condenser chacun 500 kilogr. de vapeur à l'heure.

La salle des machines renferme, en outre, un réchauffeur d'alimentation portant l'eau à 93 degrés et un compresseur d'air Ingersoll-Sergeant pouvant délivrer 6^m 5 d'air par minute pour les différents besoins de l'usine.

Le chauffage est produit principalement par l'air chaud. Les deux grands ateliers sont alimentés chacun par deux ventilateurs Sturtevant de 3 mètres de diamètre et 1^m 50 de largeur, aspirant de l'air qui s'échauffe au contact de serpents à vapeur de 2 700 mètres de longueur et 25 millimètres de diamètre par demi-atelier.

Chacun de ces ventilateurs peut souffler environ 1 680 mètres cubes d'air par minute et est actionné par un moteur de 45 chevaux. L'air chauffé à 21 degrés est renouvelé toutes les 15 à 18 minutes mais repasse plusieurs fois avant d'être rejeté à l'extérieur.

Dans certaines parties de l'usine, la température règle automatiquement les entrées d'air. Des tuyaux de vapeur spéciaux sont disposés pour la fonte des neiges des châssis vitrés. Les serpents sont chauffés à basse pression par les vapeurs d'échappement.

L'usine renferme neuf ascenseurs et trente-cinq moteurs triphasés de 1 à 75 chevaux.

TRAVAUX PUBLICS

Funiculaires aériens pour le transport des charbons des ports de Gênes et de Savone. — La presque totalité du charbon consommé en Lombardie et dans le Piémont, ainsi que dans une partie de la Suisse, provient des ports de Gênes et de Savone. De Gênes à Savone, la chaîne des Apennins suit de très près la côte et il existe seulement deux lignes de pénétration en pays très accidenté et qui deviennent insuffisantes pour le trafic toujours croissant de ces deux ports. La construction de nouvelles lignes est à l'étude depuis de nombreuses années, mais le prix élevé de leur construction fait rechercher d'autres moyens de transport.

Le *Giornale del Genio Civile*, de mai, résume le rapport de la Commission qui fut nommée pour

étudier les projets de transports des charbons par funiculaires aériens. Les seuls projets discutés reposent tous sur l'emploi de funiculaires à deux câbles, l'un porteur et l'autre tracteur. Quatre projets furent présentés, deux pour le port de Gênes, deux pour celui de Savone.

Les projets relatifs au port de Gênes sont à trois ou quatre voies; leurs longueurs sont respectivement de 19 kilom. pour celui qui se termine à Busalla, et de 23 kilom. pour celui qui va jusqu'à Ronco. Leur altitude maximum est de 500 mètres; celle des stations d'arrivée de 360 mètres environ.

Les projets pour Savone sont à deux funiculaires, leur longueur est de 17 kilom., le point terminus commun, à San Giuseppe, tête de plusieurs lignes du Piémont. L'altitude maximum est de 520 mètres, celle de la station d'arrivée de 350 mètres.

Les dépenses prévues varient de 5 à 13 millions, les frais de transport de 2 francs à 2 fr. 50 la tonne, tous frais compris, depuis la cale du navire jusqu'à y compris le chargement sur les wagons des lignes italiennes.

Le rapporteur expose les plans et profils des quatre tracés et décrit les appareils proposés pour le déchargement rapide des navires. Il discute la valeur respective de ces divers projets et l'exactitude des prix de transport. Tous ces prix lui paraissent trop faibles, le trafic devant être, pendant longtemps, beaucoup moindre que celui prévu par les auteurs. Le percement du Simplon produira, sans doute, un léger accroissement pour le tonnage des charbons, mais l'accroissement des industries hydro-électriques suffit, momentanément, au développement de l'industrie du nord de l'Italie. Cependant, il estime que la réalisation de ces projets retarderait l'exécution de travaux beaucoup plus coûteux nécessités par l'encombrement des lignes Gênes-Ronco et Savone-San Giuseppe.

Ouvrages récemment parus.

A Treatise on Concrete plain and reinforced (*Traité sur les propriétés et l'emploi du béton ordinaire et armé*), par Frederick W. TAYLOR et Sanford E. THOMPSON, membres de l'American Society of Civil Engineers. — Un volume in-8° de 585 pages, avec 176 figures. — John Wiley and Sons, éditeurs, New-York, 1905. — Prix : relié, 5 dollars.

Cet ouvrage renferme plusieurs chapitres dus à la collaboration de MM. René Feret, de Boulogne-sur-Mer (France), de W. B. Fuller et de S. B. Newberry. Il s'adresse aussi bien aux Ingénieurs et Entrepreneurs qu'aux étudiants qui y trouveront un grand nombre de renseignements à la fois pratiques et théoriques.

Comme certaines questions, notamment celles qui sont relatives aux propriétés et à l'emploi du béton armé, sont encore controversées, chaque chapitre a été revu par au moins un spécialiste plus particulièrement compétent dans la partie du sujet qui y est traitée, de façon à donner aux renseignements la plus grande précision et la plus grande certitude possibles sans rien enlever à l'unité d'exposition. D'ailleurs, pour permettre au lecteur de poursuivre ses recherches, les auteurs indiquent les sources bibliographiques et donnent un index par ordre alphabétique des sujets traités.

Les différents chapitres ont été classés surtout pour faciliter les recherches.

Les deux premiers chapitres, d'un caractère général, donnent des définitions, un sommaire des points les plus saillants sur les propriétés et l'emploi du béton avec renvoi aux autres parties du livre où ces points sont discutés. Puis viennent les spécifications pour les travaux, en ce qui concerne les matériaux et le travail fini, la classification des ciments et l'étude de leurs propriétés physiques et chimiques (par M. Newberry), les essais et le choix des sables, les effets des diverses substances ajoutées au mortier de ciment, puis les proportions à adopter pour les mélanges (par M. Fuller), l'évaluation de ces proportions, la résistance de mortiers faits avec ces mélanges aux diverses actions mécaniques et les diverses méthodes de renforcement, les appareils à mélanger et à poser le mortier, l'action désintégratrice de l'eau de mer (par M. Feret), l'effet de la gelée, l'imperméabilité à l'eau, la résistance au feu, la protection des armatures contre la rouille.

Les formes structurales sont étudiées dans les chapitres suivants : enduits, trottoirs et planchers, escaliers, murs, colonnes, cheminées, blocs, orne-

ments, fondations des piles de ponts, pilotes en béton, murs de soutènement, barrages, réservoirs, tunnels, conduites, voûtes, bassins et réservoirs fermés et ouverts. Des exemples typiques choisis parmi les travaux les plus remarquables des deux mondes sont donnés pour chaque genre de construction.

Enfin, la fabrication des différentes sortes de ciments, ainsi que les méthodes d'analyses et de contrôle de fabrication et les diverses théories relatives au renforcement et au calcul du béton armé, qui sont données dans un appendice, sont passées en revue d'une façon détaillée.

Recueil de types de ponts pour routes, par Maurice KOECHLIN, administrateur-directeur de la Société de Constructions de Levallois-Perret (*Encyclopédie Lechalas*). — Un volume in-8° de 300 pages, et un atlas in-4° de 8 grandes planches. — Béranger, éditeur, Paris, 1905. — Prix : 25 francs.

L'ouvrage de M. Kœchlin abrégé, dans une mesure considérable, le travail des Ingénieurs chargés de fournir, souvent presque immédiatement, des avant-projets de ponts métalliques à poutres droites, pour des portées courantes inférieures à 30 mètres. Il donne, en effet, complètement étudiés d'avance, des projets complets de ponts de 4, 8, 10, 15, 20 et 30 mètres, les uns à une seule voie, les autres avec deux voies et trottoirs. Chacun de ces types présente des variantes avec les autres : ainsi le pont de 8 mètres est disposé avec longerons secondaires supportant des trottoirs larges; celui de 15 mètres a des poutres en treillis à petites mailles, dispensant de placer des garde-corps; celui de 20 mètres est en treillis à cornières; celui de 30 mètres a sa chaussée disposée sur des tôles embouties, etc.

Ce qui se rapporte à chaque type forme un ensemble complet qu'on peut examiner séparément, et qui comporte la note des calculs, le métré et les dessins tels qu'on les établit dans les projets d'exécution.

Les premiers chapitres sont relatifs aux considérations générales qui doivent guider les Ingénieurs dans le projet de ponts différant des types présentés dans cet ouvrage; ils développent aussi diverses formules concernant, en particulier, le cisaillement et la rivure.

Des tables qui ont été publiées par la Compagnie des Chemins de fer de l'Est, sont reproduites dans ce volume et servent à simplifier les calculs des moments d'inertie, des surfaces et des poids.

Les chapitres suivants contiennent chacun le projet d'un pont, avec tous les calculs et, dans les planches de l'atlas, les dessins correspondants.

Entwerfen und Berechnen der Dampfmaschinen (*Projets de machines à vapeur*), par H. DUBBEL, Ingénieur. — Un volume in-8° de 440 pages, avec 388 figures. — Julius Springer, éditeur, Berlin, 1905. — Prix : relié, 10 marks.

M. Dubbel a condensé dans cet ouvrage les éléments de thermodynamique et de mécanique nécessaires à l'Ingénieur spécialisé dans l'étude des machines à vapeur, de façon à épargner les recherches compliquées dans les grands traités spéciaux qui traitent la matière à fond.

La première partie est un résumé des principes et des théorèmes essentiels de la thermodynamique; la seconde concerne l'étude thermique de la machine à vapeur. Ensuite viennent les descriptions des distributions les plus employées, celle des condenseurs et des systèmes de condensation, individuelle ou centrale, l'étude des expansions multiples, l'équilibrage des masses mobiles, l'action du volant et des régulateurs.

Un chapitre spécial est consacré aux turbines à vapeur (Curtis, Parsons, Zoelly, Rateau, etc.), et un autre aux dispositifs spéciaux, par exemple le récupérateur Rateau (1).

Enfin, après avoir étudié le graissage, l'auteur termine en examinant les frais de fonctionnement d'une machine à vapeur et la détermination, *a priori*, de la puissance de ces machines, ainsi que des chaudières qui les alimentent.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV n° 19, p. 293.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Électricité** : L'ascenseur électrique du Bürgenstock (Suisse), p. 401; P. CHIGNATERIE. — **Mécanique** : Explosion d'une locomotive aux abords de la gare Saint-Lazare (Paris), p. 403; Ch. FREMONT. — **Métallurgie** : Emplois du vanadium en métallurgie (*suite et fin*), p. 407; Léon GUILLET. — **Électricité** : Le réseau de distribution électrique de la ville de Hambourg (*planche XXV*), p. 409. — **Mines** : Nouvelles expériences sur les lampes de sûreté faites à la station d'essais de Frameries (Belgique),

p. 410; H. SCHMERBER. — **Variétés** : Compteur d'eau, système Leinert, p. 412; — Emploi des sables argileux pour la préparation du mortier et du béton, p. 413; — Cours publics du Conservatoire des Arts et Métiers, p. 413. SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Société des Ingénieurs civils (6 octobre 1905), p. 414; — Académie des Sciences (9 octobre 1905), p. 414. BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 414; — Ouvrages récemment parus, p. 416.

Planche XXV : Usine électrique dite des Entrepôts douaniers, à Hambourg.

ÉLECTRICITÉ

L'ASCENSEUR ÉLECTRIQUE DU BÜRGENSTOCK

(Suisse).

Le *Génie Civil* a déjà décrit plusieurs installations d'ascenseurs à longue course, notamment ceux des systèmes Otis et Edoux, installés depuis longtemps à la tour Eiffel ⁽¹⁾ et celui de Notre-Dame de la Garde, à Marseille ⁽²⁾.

Nous consacrons aujourd'hui quelques lignes à un ascenseur électrique nouvellement inauguré en Suisse, et qui, s'il ne présente pas de dispositions absolument nouvelles, est appelé à intéresser un grand nombre de touristes par sa situation privilégiée.

Le sommet du Bürgenstock, qui s'élève presque à pic jusqu'à l'altitude de 1134 mètres, et d'où l'on jouit d'un superbe panorama sur le lac des Quatre-Cantons, dominé d'une hauteur de 700 mètres, n'était jusqu'ici accessible que par un sentier très raide partant des hôtels qui se trouvent au pied de l'escarpement appelé Hammetschwand.

Pour faciliter aux touristes cette dernière étape, le directeur des hôtels vient de faire établir, depuis le terminus du chemin de fer du Bürgenstock situé à l'altitude de

878 mètres ⁽¹⁾, un sentier très facile qui aboutit au pied d'un ascenseur de 151 mètres de course verticale, supprimant toute fatigue pour la dernière partie de l'ascension. Les photographies que nous reproduisons ici, bien qu'incomplètes, donnent une idée du spectacle offert aux excursionnistes qui mettent à profit cette ingénieuse installation.

L'ascenseur (fig. 1 à 6) est partiellement creusé dans le rocher et partiellement établi dans un pylône métallique qui n'embellit pas le paysage, mais qui, au point de vue utilitaire, a l'avantage de signaler de loin son existence aux personnes non prévenues. On peut, d'ail-

leurs, lui accorder le mérite d'une simplicité du moins préférable aux essais malheureux de décoration que l'on rencontre souvent dans les constructions métalliques.

Comme le flanc de la montagne, sensiblement à pic sur le tiers médian du parcours de l'ascenseur, présente une inclinaison notable à la base et au sommet, il était logique d'appuyer le pylône contre la paroi rocheuse verticale et de relier la plateforme d'arrivée avec le plateau supérieur au moyen d'une passerelle. Les photographies ci-jointes montrent tous les détails de cette construction.

Des ancrages situés à différentes hauteurs maintiennent le pylône solidement fixé au rocher. Au-dessous de la cote 43^m 50 comprise à partir du point



FIG. 1. — ASCENSEUR ÉLECTRIQUE DU BÜRGENSTOCK : Vue de la partie supérieure et de la passerelle.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XIII, n° 18 et 20; t. XIV, n° 23; t. XV, n° 44, et t. XXXVII, n° 25.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXV, n° 25.

(1) Voir dans le *Génie Civil*, t. XV, n° 20, p. 446, la description de ce chemin de fer funiculaire, qui, partant de Kehrsiten, au bord du lac, s'élève de 440^m 60 sur une longueur de 936 mètres avec pente maximum de 57^o 20'. Une crémaillère du système Abt assure l'action des freins en fournissant le point d'appui que l'adhérence sur les rails ne peut donner, pour une pareille pente.

de départ de la cabine, les guidages sont fixés directement dans le rocher. Le pylône proprement dit a 118 mètres de hauteur jusqu'au paratonnerre; il repose sur un cadre en fer, ancré dans le rocher d'une façon qui donne toute sécurité. Sa construction n'a pas présenté de difficultés.

Pour le calcul des arbalétriers et des treillis, il a été tenu compte des charges verticales et des efforts horizontaux dus au vent, les panneaux situés à la hauteur des ancrages étant considérés comme fixes.

La section du puits, aussi bien que du pylône, est de 4 mètres carrés. La cage reçoit huit voyageurs comptés pour 600 kilogr. Elle est en sapin revêtu extérieurement de zinc; sa plate-forme intérieure mesure $1^m 53 \times 1^m 80$ et les voyageurs y disposent de deux banquettes.

La vitesse maximum étant 1 mètre par seconde, le trajet total dure environ trois minutes. Il faut, d'ailleurs, noter que le courant est emprunté à l'usine qui dessert également les chemins de fer du Bürgenstock et du Stanserhorn, de sorte que le voltage peut varier entre 1 200 et 900 volts et, par suite, la vitesse du treuil subit des oscillations du même ordre.

Le moteur du treuil est un moteur shunt bipolaire de 15 chevaux,

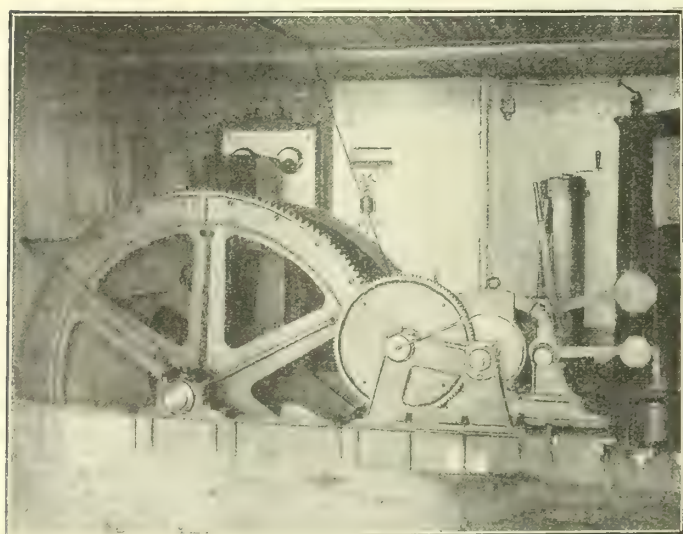


FIG. 3. — Treuil électrique de l'ascenseur.

capable de donner 25 chevaux au démarrage et tournant normalement à 900 tours. Le pignon à doubles chevrons, calé sur l'axe, attaque le tambour qui porte le câble, par l'intermédiaire d'un engrenage réducteur de vitesse monté fou sur son axe,

Le tambour est en chêne; son diamètre est de 2 mètres et son poids de 1 700 kilogr. Il porte deux câbles de 16

millimètres de diamètre, qui passent sur des poulies à l'extrémité supérieure du pylône et viennent s'attacher à la cabine. Un troisième câble semblable porte le contre-poids. Ces câbles en acier résistent chacun à un effort de 16 000 kilogr. (180 kilogr. au millimètre carré); ils se composent de fils de 1 millimètre. Or, la cabine et ses accessoires ne pèsent pas plus de 1 600 kilogr.; la sécurité est donc entière.

Toute la machinerie est installée au bas de l'ascenseur, dans une chambre souterraine, et montée sur un bâti général en fonte solidement ancré. Outre le treuil proprement dit, avec son moteur, elle comporte aussi un régulateur de vitesse, agissant chaque fois que la vitesse de la cabine dépasse $1^m 35$ par seconde; alors le parachute de la cabine se déclenche et agit par coincement; en même temps, la tension des câbles diminuant, un disjoncteur se trouve aussi déclenché dans la salle des machines, le moteur s'arrête et les sabots du

frein magnétique, par suite de l'interruption du courant, serrent fortement la poulie du frein.

D'ailleurs, dès que la vitesse atteint $1^m 20$, le disjoncteur est actionné et le frein magnétique assure l'arrêt, sans toutefois que le parachute entre en action, ce qui épargne le matériel et donne un arrêt moins

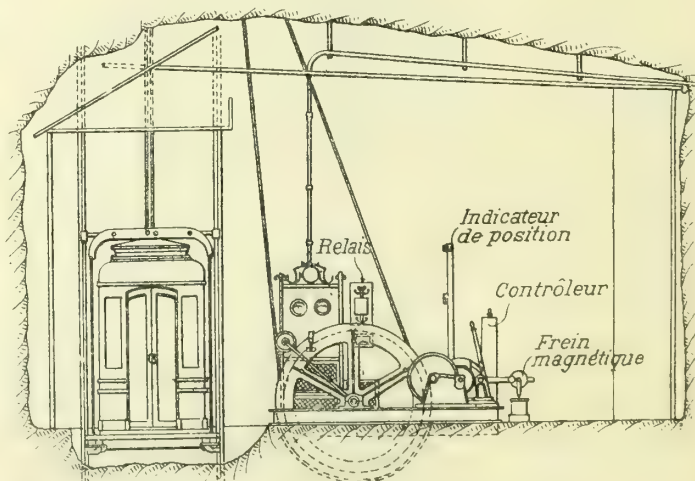


FIG. 4. — Installation du poste de manœuvre.

brutal. Le contrôleur de manœuvre est également ramené automatiquement au zéro quand la cabine approche de ses positions extrêmes. La manœuvre se fait habituellement à la main, mais, en cas de défaillance du machiniste, l'arrêt n'en serait pas moins régulier. Enfin,

par surcroît de précautions, un autre-disjoncteur serait actionné soit par la cabine, soit par le contrepoids, si l'un ou l'autre dépassait sa position limite, et produirait également le freinage.

Pour parer au cas d'une rupture d'engrenages, le tambour lui-même est pourvu d'un frein à bande dont le levier commande à la fois la bande et déclenche le disjoncteur.

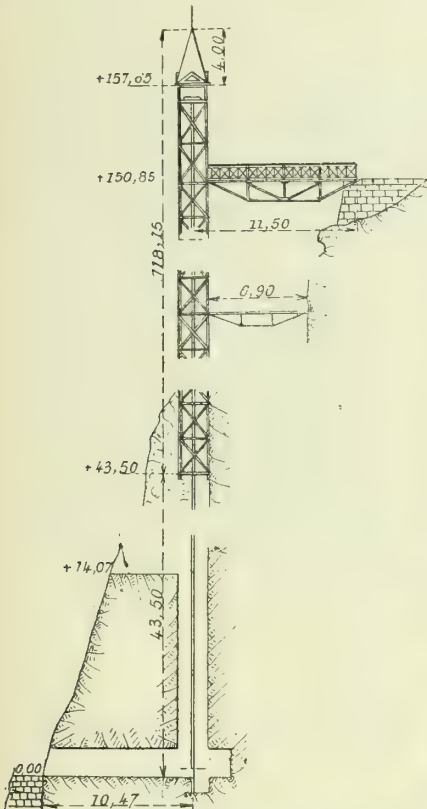


FIG. 5. — Coupe verticale du pylône et du puits.

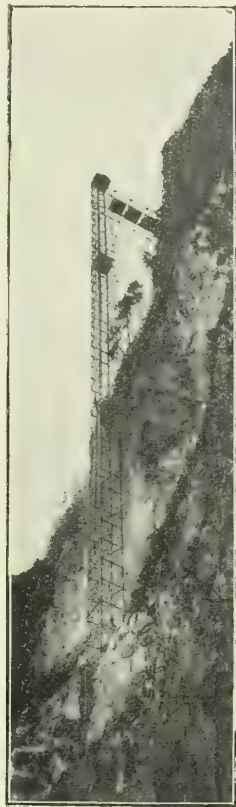


FIG. 6. — Vue d'ensemble du pylône

Enfin, si le courant vient à manquer accidentellement, un relais spécial agit sur le frein magnétique et le fait agir pour empêcher la descente intempestive.

Au cas où tous ces dispositifs ne suffiraient pas, on pourrait encore provoquer l'arrêt, de la cabine même, à un moment quelconque, en déclenchant le parachute, ce qui produirait le freinage de la machinerie, comme nous l'avons expliqué ci-dessus.

Un indicateur de position marque à chaque instant à quelle hauteur se trouve la cabine et fixe le machiniste sur le moment convenable au ralentissement et à l'arrêt complet du tambour.

P. CHIGNATERIE.

MÉCANIQUE

EXPLOSION D'UNE LOCOMOTIVE aux abords de la gare Saint-Lazare (Paris).

L'explosion d'une chaudière de locomotive près de la gare Saint-Lazare, survenue le 4 juillet 1904, a donné lieu à trois notes techniques destinées à en montrer les causes, et ces trois notes concluent tout à fait différemment :

1^o M. Périssé, expert auprès du Tribunal, a exposé ses idées dans le *Génie Civil* du 17 décembre 1904 (1) et a admis que la rupture initiale s'est effectuée à la partie inférieure du corps cylindrique, sur la virole arrière, dans le voisinage du foyer ;

2^o Nous avons présenté à la Société d'Encouragement (2) une étude succincte dont les conclusions étaient que la rupture immédiate s'est effectuée au milieu de la hanche gauche ;

3^o A la même Société (3), M. Robert Dubois, Ingénieur du matériel de la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest, a présenté une communication dans laquelle l'explosion est attribuée à la chute initiale du ciel du foyer.

Il nous a semblé que les observations matérielles recueillies par M. Dubois, à la suite de ses laborieuses investigations, confirment ce

que nous avons avancé précédemment ; c'est pourquoi nous croyons devoir insister sur cette question et cela d'autant plus que l'explosion n'est pas, à notre avis, la conséquence d'une cause inconnue, dont l'ignorance permettrait d'incriminer le hasard et de garder l'espoir qu'on n'a plus rien à craindre, mais bien au contraire qu'elle est la conséquence d'une cause connue, mesurable et, par conséquent, évitable, à savoir : l'usage d'un métal qui n'était pas approprié à son emploi. Comme les anciennes méthodes d'essais, souvent encore respectées par les cahiers des charges, ne permettent pas d'obtenir sur les qualités du métal tous les renseignements qui seraient vraiment utiles, le retour d'explosions analogues reste donc possible, sinon probable.

Conditions de l'explosion. — M. Dubois est convaincu que l'explosion est due à la chute initiale du ciel du foyer et que toutes les autres ruptures n'en sont que la conséquence ; cette conviction est basée sur les deux observations suivantes :

1^o Traces d'aplatissement de certaines têtes extérieures d'entretoises, placées vis-à-vis des bandages des roues d'arrière ;

2^o Superposition de l'arbre du jette-feu et de l'entretoise des grands supports (4).

Le premier fait prouve bien que la boîte à feu s'est gonflée latéralement, alors qu'elle commençait à peine à se soulever, mais nullement que le gonflement s'est fait à la suite de la chute du ciel. Il faudrait d'abord prouver que, avant cette chute, il n'y avait aucune rupture dans le foyer ; et, s'il est vrai que la boîte à feu était encore entière au moment de la chute du ciel, il est probable, comme nous le verrons plus loin, que des ruptures antérieures existaient, par exemple à l'angle gauche avant, sous la hanche, qui donnaient déjà issue à la vapeur dans le foyer.

En ce qui concerne le deuxième fait, M. Dubois dit : « Si on observe

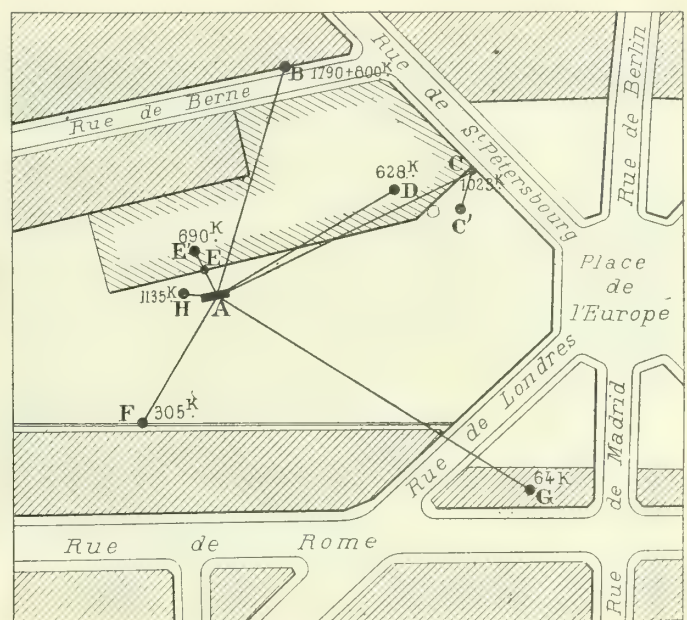


FIG. 1. — Plan de la tranchée de l'Europe indiquant la direction suivie par les principaux fragments de la chaudière.

Emplacement des points de chute : A, ciel du foyer ; — B, faces gauche et arrière du foyer (un seul fragment), et berceau de la boîte à feu ; — C', face droite du foyer, après avoir touché d'abord la corniche du bâtiment en C ; — D, face avant de la boîte à feu ; — E, traversée de la poutre en treillis par le fragment tombé en E' ; — E', F, différents fragments du corps cylindrique ; — G, panneau P ; — H, faisceau tubulaire, boîte à fumée et première virole du corps cylindrique formant un seul fragment.

que, sur la machine, ces deux pièces étaient l'une au-dessus de l'autre, que le jette-feu était porté par la chaudière tandis que l'entretoise faisait partie du châssis, enfin que la déformation du jette-feu et celle de l'entretoise ne peuvent être que la conséquence de la chute du ciel, on voit qu'il y a dans la parfaite coïncidence des deux pièces un premier fait établissant que le ciel du foyer est tombé alors que la boîte à feu était encore à sa place dans le châssis de la machine ».

Ceci est encore une présomption. Au moins aurait-il fallu prouver que l'arbre du jette-feu ne pouvait pas s'élever en même temps que la chaudière ; or, cet arbre, d'après le dessin donné par M. Dubois, était intérieur aux deux longerons ; il pouvait donc s'élever avec la chaudière jusqu'à la hauteur des deux longeronnets, ce qui permet de supposer, pour l'arrière de la chaudière, une course possible de 80 à 90 centimètres.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 7, p. 401.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 24, p. 392.

(3) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 24, p. 394.

(4) Tous les détails qui suivent, en ce qui concerne les effets observés et les phases de l'explosion, d'après le mémoire de M. Dubois, sont rapportés dans le précédent numéro du *Génie Civil*.

Donc la chaudière pouvait déjà se trouver soulevée quand le ciel, tombant sur le jette-feu, l'a projeté contre l'entretoise des grands supports. Lors même, d'ailleurs, qu'il serait prouvé que la chaudière n'était pas encore soulevée au moment de la chute du ciel, et qu'il n'y aurait pas eu de ruptures dans le foyer, il n'en résulterait pas la preuve que c'est bien le ciel du foyer qui s'est rompu le premier, car il n'est pas démontré que, lorsque le ciel est tombé, il n'y avait encore aucune rupture dans le corps cylindrique.

En effet, le corps cylindrique et la boîte à feu étant deux organes distincts réunis par la plaque avant, une avarie peut se produire sur l'un de ces deux organes sans conduire nécessairement à une déformation sur l'autre. Il n'y a donc aucune preuve de la chute initiale du ciel.

Partant de son hypothèse et expliquant le processus de l'explosion, M. Dubois constate que la boîte à feu a suivi plusieurs directions successives dans sa projection :

1° La chaudière s'est d'abord élevée en tournant autour de la boîte à fumée par un mouvement de panache;

2° Elle s'est inclinée à droite;

3° La boîte à feu a été projetée en l'air, en arrière et à droite, en B et en C (fig. 1).

L'hypothèse de la chute initiale du ciel expliquerait bien le mouvement de panache si ce mouvement avait été le seul et s'était continué; mais on ne comprend pas que la rupture subséquente du corps cylindrique ait pu changer, au point de la renverser, la direction d'une masse de 2 700 kilogr. animée d'une vitesse telle que le point culminant de la trajectoire a dépassé 50 mètres de hauteur verticale. Il est donc probable que les deux premiers mouvements sont dus à une autre cause que celle de la chute du ciel et ce doit être plus tard seulement que cette dernière se produisant, a violemment projeté la boîte à feu dans une autre direction.

M. Dubois explique la rupture du corps cylindrique en supposant que le gonflement constaté à l'intérieur du foyer a créé deux points

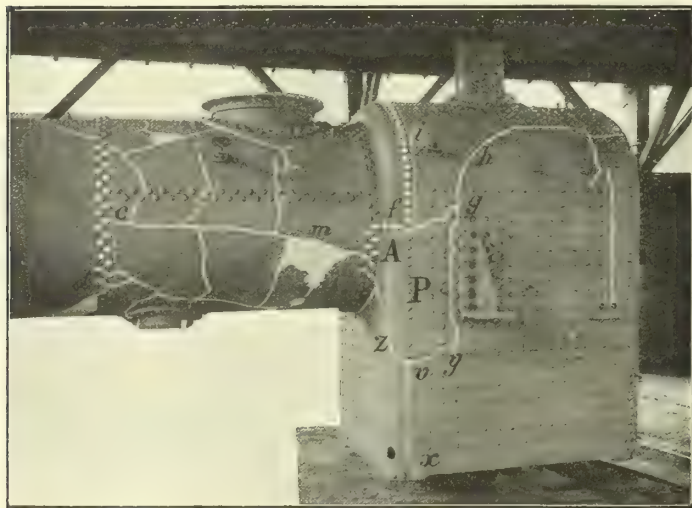


FIG. 2. — Tracé des cassures sur une chaudière identique à celle qui a explosé.

de fatigue maximum dans les deux hanches de la plaque avant, c'est-à-dire au point A, hanche gauche (fig. 2) et au point symétrique de la hanche droite. Puis admettant une symétrie de rupture basée sur une symétrie de figure des cassures, il en conclut que ces deux points, A et son symétrique, devenus des centres de dislocation, se sont rompus en même temps, et que la partie inférieure du corps cylindrique s'est développée vers le bas, en même temps que la partie supérieure s'enflait comme une voile de navire, poussée par la pression de la vapeur en l'air et vers la droite.

Un dessin schématique (fig. 3) exprime très clairement cette opinion sur la rupture de la partie supérieure de la virole arrière et de la partie supérieure de la plaque avant qui en est solidaire, toutes deux ayant conservé leur forme cylindrique primitive après leur détachement du berceau.

Cette hypothèse de rupture est complétée en ajoutant que les rivets de la ligne *fi* (fig. 2) se sont rompus par cisaillement sous l'action d'une traction *longitudinale*. A notre avis, il y a là une erreur à la fois d'observation et d'interprétation, car, comme le montre la figure 4, le fragment, qui comprend une partie de la virole arrière et de la plaque avant, s'est déroulé en se développant, par conséquent en quittant sa forme cylindrique sous l'effet d'une traction *transversale*.

M. Dubois montre ensuite que la rupture de la partie inférieure de la plaque avant s'est effectuée à l'angle du flanc gauche, en *vx* (fig. 2), exécutant un mouvement de rotation vers la droite en même temps que toute la boîte à feu suivait son premier mouvement et que le flanc droit s'est également séparé par rotation autour de l'angle

arrière à droite de la boîte à feu pendant cette première partie de sa trajectoire.

On ne trouve aucune explication de la cause de ces deux rotations et, par suite, on ne voit pas comment elles peuvent être la conséquence d'abord de la chute du ciel et ensuite de la dislocation des points A et de son symétrique. Le processus des ruptures n'est, d'ailleurs, pas expliqué davantage, ainsi on ne sait pas pourquoi un panneau du flanc gauche est allé à gauche, en G, au numéro 50 de la rue de Rome (fig. 1), quand le reste de la partie dont il s'est détaché est allé à droite; non plus pourquoi le flanc droit est allé dans une direction diamétralement opposée à celle du mouvement de panache, et la plaque avant dans une direction aussi différente, etc. Tous ces mouvements, à droite et à gauche, ne pouvant s'expliquer par la chute initiale du ciel qui ne pouvait produire que le mouvement en panache vers l'avant et cela avec une très grande force vive.

Mais, des observations matérielles apportées, on peut retenir certains faits et les interpréter différemment; ainsi, la rotation sur la droite de la face avant, au début du soulèvement de la chaudière, montre que la partie inférieure de la virole arrière était déjà rompue et projetée sur le châssis, sinon la plaque avant n'aurait pas pu avancer et tourner sur la droite. C'est une preuve claire qu'il y a eu coïncidence entre la rupture de la virole arrière et la première partie de la trajectoire; et, comme nous l'avons vu au commencement de cette note, il n'a pas été prouvé que l'instant de la chute du ciel ait coïncidé avec la période qui correspond à la première partie de cette trajectoire.

Il y a d'ailleurs un moyen pratique de savoir si la rupture initiale s'est produite dans la boîte à feu ou dans le corps cylindrique : c'est d'examiner comment s'est effectuée la rupture de la partie supérieure de la plaque avant qui relie ces deux parties de la chaudière. Cette partie supérieure de la plaque avant est restée solidaire de la partie correspondante de la virole arrière à laquelle elle est rivée par une double clouure.

Trois cas de rupture pouvaient se présenter :

1° La boîte à feu projetée par le mouvement de panache, à la suite d'une chute du ciel, pouvait s'élever brusquement verticalement : le corps cylindrique, résistant par son inertie, devait cisailier verticale-

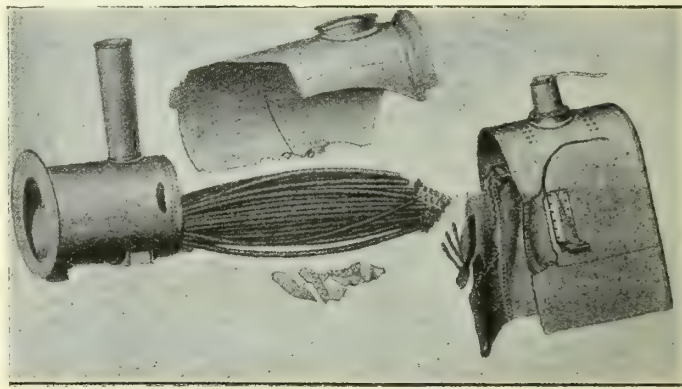


FIG. 3. — Dessin schématique montrant, d'après M. Dubois, la séparation du corps cylindrique et de la boîte à feu.

ment les rivets des faces verticales en A/i à gauche (fig. 2), de même les rivets symétriques de la face droite, et rompre par traction les rivets placés à la partie supérieure du berceau;

2° Les deux parties pouvaient s'écarter l'une de l'autre suivant l'axe de la chaudière, par traction *longitudinale*, c'est le cas admis par M. Dubois (fig. 3), et alors *tous les rivets* auraient dû être cisailés perpendiculairement à la ligne de clouure, au bord de la tôle;

3° La virole arrière pouvait se développer seule, la boîte à feu ne résistant que par son inertie. On peut remarquer que la plaque avant est rivée à l'intérieur de la boîte à feu, c'est-à-dire que la tôle de cette dernière recouvre celle de la plaque avant; pour s'échapper, la plaque avant devait donc *se desserrer*, c'est-à-dire que sous l'effort de la vapeur agissant *transversalement* par rapport à l'axe du corps cylindrique, la virole devait se développer en glissant sous le bord de la tôle de la boîte à feu et cela sous un certain angle; les rivets devant alors être successivement cisailés sous cet angle. C'est ce qui s'est passé, comme nous le verrons.

En examinant la partie supérieure de la plaque avant (fig. 4) on constate de suite qu'elle n'a plus sa forme primitive demi-cylindrique comme M. Dubois l'a supposé (fig. 3) et la partie extrême appartenant au côté gauche de la chaudière, c'est-à-dire la partie *mAf* (fig. 2), s'est tordue en aile de moulin.

Dans cette déformation en aile de moulin, la partie *f*, qui était rentrante par rapport à la face du flanc gauche, a pris une position perpendiculaire à sa position primitive et cette déformation même montre qu'il y a eu sur la gauche, vers le point *m*, un très violent effort de

traction transversale, c'est-à-dire perpendiculaire à l'axe du corps cylindrique. La rupture suivant la génératrice Ame (fig. 2) était donc déjà effectuée quand la pression de la vapeur dans le corps cylindrique fit développer la virole arrière. Dans ce mouvement de développement, la virole eut à vaincre la résistance opposée par la partie supérieure f de la plaque avant, la forme emboutie et la double clouure de celle-ci la maintenant solidement. C'est cette résistance momentanée au développement qui a déterminé un cintrage de la tôle dans la région m (fig. 2) là où se produisit le maximum d'effort. Cet effort a pu vaincre la résistance de la clouure simple, environ 100 tonnes,

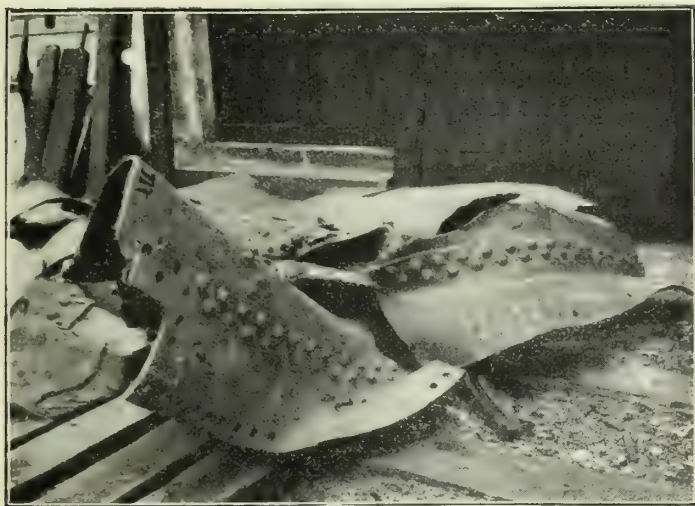


FIG. 4. — Fragment comprenant la partie supérieure et arrière du corps cylindrique et les parties supérieures de la plaque avant et de la virole arrière.

puis la virole et la plaque avant emboutie ont pu se développer, cette dernière se desserrant de dessous la boîte à feu par une traction oblique qui a cisailé successivement chaque rivet sous un angle de 35 degrés environ (fig. 5).

Pendant le desserrage de la plaque avant, la boîte à feu n'a opposé qu'une résistance d'inertie; car, si elle avait eu à ce moment une vitesse d'ascension propre, les rivets se seraient cisailés différemment et sous des angles variables; or, on constate que l'angle de cisail-



FIG. 5. — Rivets de la partie supérieure de la plaque avant montrant la direction oblique de leur cisaillement.

ment reste le même pour tous les rivets jusque près de la hanche droite et, dans cette partie de la clouure, le cisaillement s'est effectué horizontalement (fig. 6), par conséquent sans aucun effort de résistance verticale; la boîte à feu ne résistait encore que par son inertie et ne produisait aucun effort de traction verticale ascendante.

Pendant que la partie supérieure du corps cylindrique se développait dans un sens, la partie inférieure se développait dans le sens opposé; mais, rencontrant de suite le longeron médian, elle eut un point d'appui sur le châssis; dès lors, le corps cylindrique, appuyé en bas sur le châssis et se développant librement en haut, a soulevé la boîte à feu par traction sur les rivets.

Nous avons dit, dans notre première note, que la rupture initiale était une fissure dans la hanche en z (fig. 2), il nous reste donc à prouver que cette rupture est antérieure et non consécutive à la déchirure de la génératrice.

Lorsque la rupture s'est effectuée dans le corps cylindrique, la tôle, après s'être cintrée en m (fig. 2) a opéré une traction oblique en Af (d'un

effort de 100 tonnes environ, d'après la section des rivets en prise); cette traction oblique a rompu la tôle dans la partie diamétralement opposée, en vy ; à l'examen du panneau P , on constate que la petite portion rompue, qui appartient à la pince de la partie inférieure du flanc gauche, a glissé obliquement de 10 à 12 millimètres (fig. 7); après dérivetage, cette pince (fig. 8) montrait tous ses trous, surtout

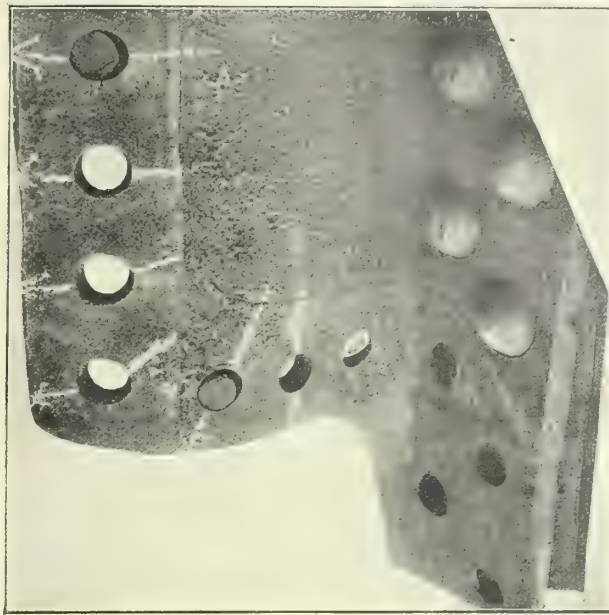


FIG. 6. — Pince de la hanche, côté droit; les flèches blanches indiquent la direction du cisaillement des rivets.

ceux de gauche, fortement tirés obliquement suivant la direction de l'effort de la traction exercée en f : direction oblique correspondant à celle du cisaillement des rivets en fi .

Si l'effort de traction en Af a agi directement en vy , par réaction, c'est que la partie z était déjà rompue; comme la rupture verticale zv ne s'est effectuée qu'après le déroulement de la partie inférieure du corps cylindrique, on peut affirmer que c'est bien dans la hanche gauche, en z , que s'est effectuée la rupture initiale cause de l'explosion.

Nous donnerons, comme suite à la présente note, une étude sur la cause initiale des explosions de chaudières et sur les moyens de les

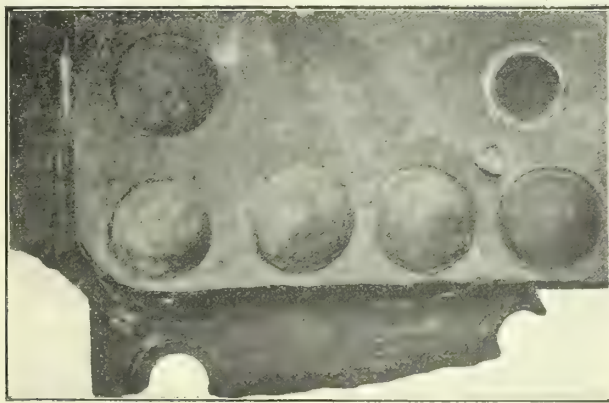


FIG. 7. — Partie inférieure du panneau détaché sur le flanc gauche, montrant le glissement oblique de la pince.

prévenir; il nous suffira, pour le moment, après avoir constaté que c'est bien dans la hanche gauche qu'est la rupture initiale de l'explosion totale de la chaudière, de donner le processus de cette explosion en appuyant cette explication sur les observations matérielles déjà connues et sur celles que nous devons à l'examen minutieux fait par M. Dubois.

Processus de l'explosion. — Tant que la fissure de la hanche gauche a laissé intacte une épaisseur de tôle suffisante pour résister à la pression de la vapeur, aucune avarie apparente à l'extérieur ne s'est produite; mais cette épaisseur de tôle diminuant, par suite de la propagation graduelle de la fissure à travers la tôle, il est arrivé un moment où sa résistance a été inférieure à la pression intérieure; il s'est fait alors une rupture brusque, sa ligne passant à travers les trous de deux rivets voisins de la clouure double qui réunissait la plaque avant avec la virole arrière; cette rupture de la hanche a fait cesser le contact des deux tôles superposées entre deux rivets consécutifs,

la virole n'ayant plus, dans l'espace compris entre ces deux rivets, que sa propre épaisseur pour résister, tandis que partout ailleurs l'épaisseur était double.

Cet affaiblissement local, créé brusquement, a produit l'effet d'un choc sur la virole et celle-ci, en fer de mauvaise qualité, s'est à son tour rompue dans la partie qui devait être la plus faible, c'est-à-dire que la ligne de rupture a passé par le trou du rivet voisin. Cette tôle de la virole était tellement fragile que sa rupture à la clouure s'est effectuée en se bifurquant en passant par trois trous de rivets.

L'amorce de la déchirure de la virole passant par le trou du rivet voisin de celui de la rupture de la hanche est une présomption en faveur de la priorité de rupture par la hanche.

En effet, si la rupture s'était d'abord effectuée dans la virole, celle-ci, étant à l'intérieur de la plaque avant, serait restée fortement pressée contre cette dernière par la pression de la vapeur, et la rupture subséquente de la hanche se serait très probablement effectuée en face de la rupture de la virole; il y aurait eu correspondance avec la rupture par la génératrice et continuité.

La rupture au point A a créé une véritable entaille dans la virole. Si le métal n'avait été fragile que localement, par exemple à la suite d'une déformation au bleu lors de l'accostage, la résistance vive du métal non fragile aurait, tout comme dans une éprouvette entaillée de métal non fragile, produit une déformation permanente d'autant plus sensible qu'il y aurait eu plus de travail à absorber; ce travail résulte de deux facteurs: pression de la vapeur et espace parcouru ou déplacement sous pression de la région A, déplacement d'autant plus important que la fissure en z aurait été plus longue, mais l'accident se serait borné à cette avarie.

Malheureusement, le métal, très fragile, n'a opposé à ce choc qu'une résistance vive extrêmement faible; il y a eu, non une déchirure, mais une cassure brusque, sans déformation de métal, suivant la génératrice Amc , et, comme il arrive toujours dans le cas de déchirure longitudinale d'un cylindre, la virole s'est développée, la pression intérieure n'étant pas tombée instantanément, ainsi que l'explique M. Lecornu dans une note présentée le 7 novembre 1904, à l'Académie des Sciences (1): « Tout commencement de rupture d'une chaudière tend à amener le morcellement général: la pression ne baissant pas instantanément au contact des parois, celles-ci se comportent

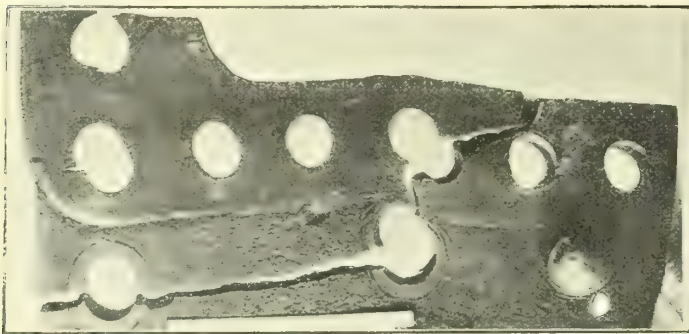


FIG. 8. — Pince du flanc gauche après dérivetage montrant la déformation oblique des trous de rivets.

comme une étoffe sur laquelle on continue à tirer après l'avoir divisée en un point. »

La partie inférieure de la virole, en se développant ainsi sous l'effet de la pression de la vapeur, a rencontré une grande résistance du côté de la boîte à feu par suite de la position perpendiculaire de la plaque avant et de la double clouure; la rupture s'est naturellement effectuée par la ligne de plus faible résistance, celle des trous des tirants, et la virole inférieure a été projetée sur le longeron médian, c'est-à-dire sur le châssis de la machine, comme l'a montré M. Dubois.

La partie supérieure de la virole a rencontré dans son développement une résistance provenant de la forme emboutie de la hanche et de la double clouure; la rupture s'est effectuée par la ligne de moindre résistance: à la clouure simple du berceau, en fi (fig. 2).

On peut, d'ailleurs, évaluer l'effort nécessaire pour produire cette rupture, par la résistance au cisaillement des rivets qui étaient en prise à la fois; elle est d'environ 100 tonnes. Or, la résistance à la flexion de la tôle suivant la génératrice Ac , de toute la longueur de la virole, est beaucoup moindre; c'est là la cause du cintrage très accentué de la partie m (fig. 4).

Sous la pression de la vapeur produisant une grande quantité de force vive sur la virole se développant, il s'est fait une traction oblique de la hanche Af et la réaction oblique s'est effectuée en vy , puisque la fissure z de la hanche préexistait, ainsi que nous l'avons démontré; par suite de l'obliquité de l'effort de traction, la réaction a été plus grande en v qu'en y . La rupture par cisaillement d'une dizaine de

rivets en prise à la fois, a pu permettre à la virole et à la partie supérieure de la plaque avant, restées solidaires par la clouure double, de se desserter et de sortir de dessous la tôle du berceau d'une façon continue en cisailant obliquement et successivement tous les rivets, de la hanche gauche à la hanche droite.

Lorsque la virole, en se desserrant brusquement, fut arrivée à la hanche droite, au point symétrique du point A, la présence de la petite clouure horizontale opposa alors une résistance par la mise en prise, à la fois, d'une dizaine de rivets qui furent cisailés, n'opposant pas une résistance suffisante à celle de la force vive de la virole développée. Or, la direction du cisaillement des rivets dans cette région n'est plus oblique mais bien perpendiculaire à celle de la clouure (fig. 6); d'où il résulte que, si la boîte à feu avait, comme il est probable, un soulèvement à ce moment, celui-ci, correspondant à la première partie du mouvement en panache, a été dû à la traction opérée par la virole qui se développait, la boîte à feu n'opposant qu'une résistance d'inertie.

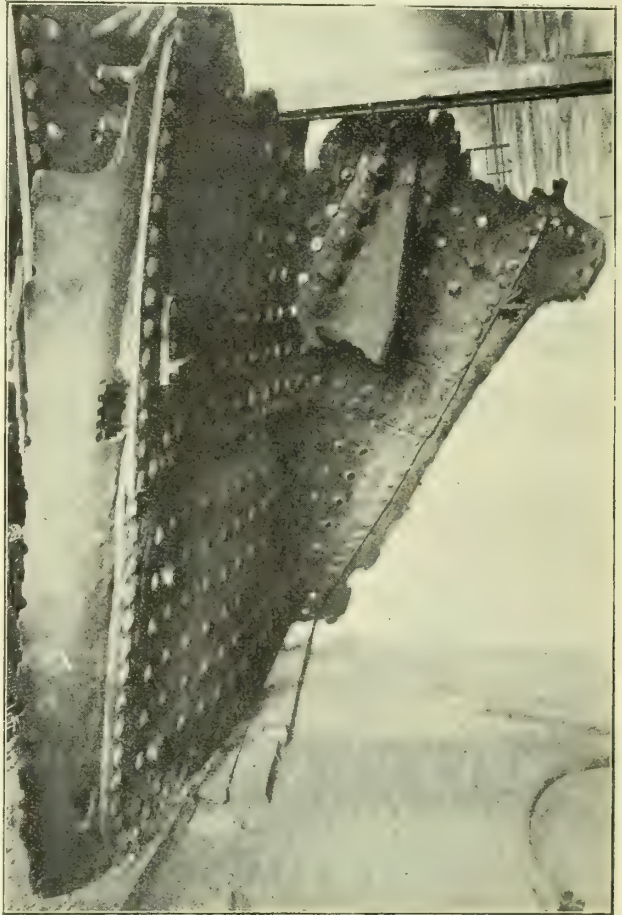


FIG. 9. — Flanc droit de la chaudière.

tie, celle de son poids, et, par conséquent, une réaction descendante et non pas une action verticale ascendante par force vive due à la projection verticale consécutive à une chute du ciel.

Cette traction au point symétrique de A, exercée par la virole se développant, se fit suivant une direction à peu près horizontale et occasionna la déchirure du flanc droit (fig. 9), suivant une ligne de très faible résistance de la tôle, par suite de la présence de nombreux trous de rivets, boulons-entretoises, etc., et surtout de la mauvaise qualité du métal. Cet effort, imprimé presque horizontalement au flanc droit par le déroulement de la virole, explique: 1° l'inclinaison à droite de toute la chaudière pendant le mouvement qui correspond à la deuxième période de la trajectoire; 2° la projection de cette partie de la chaudière sur le pont de l'Europe, c'est-à-dire dans une région plus en arrière et avec une trajectoire beaucoup moins élevée que pour le reste de la boîte à feu.

Le ciel n'était évidemment pas encore projeté à ce moment, et la boîte à feu était dans sa première ascension lente par traction (première partie du mouvement en panache), car si elle avait été dans la troisième période de sa trajectoire, avec une ascension rapide, au lieu de résister par inertie, elle aurait, par sa force vive, imprimé elle-même une traction verticale ascendante, et les rivets de la clouure verticale (fig. 6), placés au point symétrique de A, auraient été cisailés presque verticalement et non horizontalement; de même, le rivet restant (fig. 6) sur la petite clouure horizontale aurait été cisailé sous une direction perpendiculaire à celle que l'on constate; enfin, la ligne de pliage du flanc droit (fig. 9) au lieu d'être verticale, aurait été horizontale. Cet arrachement du flanc droit a causé, par sa rotation, la rupture de l'angle droit arrière de la boîte à feu, ainsi que M. Dubois l'a montré; il est

1. Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 3, p. 44.

donc très probable que c'est cet écartement du flanc droit de la boîte à feu qui a occasionné la chute du ciel.

Il nous reste à expliquer la rupture du panneau P (fig. 2) qui, seul de toute la boîte à feu, a été projeté à gauche en G, quand tout le reste est allé à droite (fig. 1).

Comme nous l'avons vu, le développement de la partie supérieure de la virole a eu pour conséquence immédiate la rupture des tôles suivant la ligne brisée *ifAzvy* (fig. 2); le panneau P, alors complètement détaché sur sa gauche, s'est soulevé sous la pression, en tournant autour de la ligne *gy*; le pliage suivant cette ligne d'extrême faiblesse, par suite de la présence de nombreux trous de rivets et de la mauvaise qualité du métal, a produit presque de suite la rupture du côté droit *yg*; le panneau n'était donc plus retenu que par la petite partie *fg* qui s'est rompue à son tour pendant le mouvement de développement; la tôle de la partie du berceau, renforcée à l'intérieur par la présence de la cornière de suspension du ciel, a opposé une plus grande résistance au mouvement de développement.

Ce panneau P a été projeté à gauche de la locomotive, rue de Rome, en G (fig. 1) alors que la chaudière était à peine soulevée, c'est-à-dire au début de la première partie de la trajectoire, ainsi que M. Dubois l'a prouvé.

Dans une note sur la cause initiale des explosions de chaudières, nous donnerons prochainement les conclusions de cette étude, destinée seulement à expliquer, avec preuves à l'appui, l'explosion de la locomotive de la gare Saint-Lazare.

Ch. FREMONT.

MÉTALLURGIE

EMPLOIS DU VANADIUM EN MÉTALLURGIE

(Suite et fin.)

ACIERS NICKEL-VANADIUM. — Outre les aciers au vanadium proprement dits, nous avons également étudié les aciers nickel-vanadium, et nous résumons ci-dessous les résultats que nous avons obtenus.

Aciers normaux. — L'examen micrographique des aciers normaux, c'est-à-dire portés à 900 degrés et refroidis lentement, montre l'existence de six classes d'aciers nickel-vanadium : 1° aciers perlitiques; 2° aciers à carbure et à ferrite; 3° aciers martensitiques; 4° aciers à martensite et à carbure; 5° aciers à fer γ ; 6° aciers à fer γ et à carbure.

Il semble que le vanadium abaisse un peu les points de passage d'un groupe à l'autre, tels qu'ils ont été indiqués pour les aciers au nickel.

Les essais mécaniques faits sur les aciers nickel-vanadium normaux ont montré que :

1° Lorsque dans les aciers perlitiques on maintient le nickel et le carbone constants, tandis qu'on augmente peu à peu la teneur en vanadium, on augmente nettement la charge de rupture tant que la teneur en vanadium ne dépasse pas 1 %. Pour des teneurs plus élevées, la charge de rupture décroît; il y a donc là, entre les aciers au vanadium et les aciers nickel-vanadium, un point de ressemblance très important; de plus, il est à noter que ceci coïncide avec l'apparition du carbure;

2° Lorsqu'on ajoute du vanadium à un acier au nickel martensitique, on augmente la charge de rupture sans accroître la fragilité. Nous avons noté spécialement que les aciers martensitiques, au contraire des aciers perlitiques, peuvent avoir un peu de carbure libre sans pour cela être très fragiles;

3° Les aciers à fer γ n'ont pas leurs propriétés sensiblement modifiées par l'addition du vanadium, cependant la limite élastique est un peu surélevée, tandis que les allongements et la résistance au choc diminuent.

Il est bien à noter, quel que soit le groupe d'aciers au nickel dans lequel on fait intervenir le vanadium, que le maximum d'influence de ce corps est obtenu pour une teneur de 1 % de vanadium.

Aciers trempés. — Les résultats obtenus par la trempe se déduisent des résultats que nous avons exposés pour les aciers au nickel et pour les aciers au vanadium : les aciers perlitiques deviennent martensitiques, les aciers martensitiques restent martensitiques ou accusent une tendance au fer γ , les aciers à fer γ restent polyédriques à moins qu'ils ne soient sur la limite du groupe martensitique; alors ils se transforment comme il a été dit pour les aciers au nickel.

Les aciers à carbure, quels qu'ils soient : perlitiques, martensitiques ou polyédriques, conservent intégralement leur carbure, quelle que soit leur température de trempe.

Le point intéressant, dans les propriétés mécaniques des aciers nickel-vanadium trempés, est la différence extrêmement importante qu'on trouve entre leurs propriétés à l'état normal et leurs propriétés à l'état trempé. Nous citerons de suite des exemples :

1° Composition : carbone = 0,200; nickel = 2; vanadium = 0,3;

Acier normal :

R = 66,3; E = 55,2; A % = 21,5; Σ = 57,2;
Choc = 31; Dureté = 187.

Trempé à l'eau à 850 degrés sans revenu :

R = 117,0; E = 97,0; A % = 8; Σ = 44,3;
Choc = 11; Dureté = 387.

2° Composition : carbone = 0,200; nickel = 2; vanadium = 1 %;

Acier normal :

R = 84,5; E = 65,2; A % = 22; Σ = 58,4;
Choc = 28; Dureté = 159.

Trempé à l'eau à 850 degrés sans revenu :

R = 148,8; E = 128,5; A % = 6; Σ = 25,1;
Choc = 6; Dureté = 269.

En résumé, la trempe à 850 degrés augmente d'une façon extraordinaire la charge de rupture et la limite élastique des aciers perlitiques, plus assurément que n'importe quel élément, surtout si l'on considère la résistance au choc et les allongements obtenus.

L'influence de la trempe est moins importante sur les aciers martensitiques. Pour les aciers à fers γ on a à noter, comme sur les aciers au nickel, une diminution dans la charge de rupture et la limite élastique, tandis que la résistance et les allongements sont toujours améliorés.

En résumé, l'addition du vanadium dans les aciers au nickel ne paraît réellement intéressante que dans les aciers perlitiques.

L'étude de la trempe de ces aciers conduit, d'ailleurs, aux mêmes résultats, et l'addition de vanadium dans les aciers au nickel perlitiques a amené après trempe une augmentation extraordinaire de la charge de rupture, en comparaison de celle de l'acier normal. Ce résultat est obtenu avec des allongements encore beaux et une non-fragilité très nette.

Nous estimons qu'il y a, à ce point de vue, un très grand avenir pour le vanadium en sidérurgie.

ACIERS MANGANESE-VANADIUM. — On est arrivé aux mêmes résultats dans le cas des aciers manganèse-vanadium que dans celui des aciers nickel-vanadium. Rappelons d'abord que, comme l'ont montré nos recherches, les aciers au manganèse ont la même structure et à très peu de chose près les mêmes propriétés que les aciers au nickel, mais il faut beaucoup moins de manganèse pour produire un effet équivalent.

La classification de ces aciers est la suivante :

Classes.	Carbone 0,200 %.	Carbone 0,800 %.
I Perlite.	0 à 5 % manganèse.	0 à 3 % manganèse.
II Martensite et Troostite.	5 à 12 % —	3 à 7 % —
III Fer γ .	au-dessus de 12 % Mn.	au-dessus de 7 % Mn.

Dans les aciers ayant, en moyenne, 0,200 % de carbone, ceux de la première classe (1 à 5 % de manganèse) ont une résistance à la traction et une limite élastique qui augmentent lentement avec le pourcentage de manganèse, tandis que la striction et l'allongement ne diminuent que légèrement. Ces aciers offrent une très grande résistance au choc. Ce point est d'une importance extrême et, pour le faire ressortir clairement, on a cassé plus de cent éprouvettes Fremont. Les résultats obtenus sont en contradiction avec l'opinion, répandue chez les métallurgistes, que le manganèse confère la fragilité aux aciers. Nous croyons avoir bien démontré que le manganèse, au contraire, ne donne de la fragilité aux aciers que lorsqu'il s'y trouve en excès ou plutôt quand la somme C + Mn est assez élevée pour déterminer la production de martensite. Tant que la structure est perlitique, l'acier, loin d'être fragile, est extrêmement homogène et offre une résistance au choc tout à fait exceptionnelle avec les aciers au carbone. Ces aciers n'ont qu'une dureté insignifiante.

Les aciers de la deuxième classe (5 à 12 % de manganèse) ont une résistance à la traction et une limite élastique très élevées, et une striction très basse. Ils sont extrêmement durs et fragiles.

Les aciers de la troisième classe, qui ont été décrits, depuis 1888, par M. Hadfield, sont caractérisés par des propriétés qui les rapprochent beaucoup des aciers à pourcentage élevé de nickel; ils ont un allongement considérable, qui s'étend dans toute la longueur de l'éprouvette.

Plusieurs aciers au manganèse ont été essayés, et ont donné les résultats indiqués dans le tableau III.

L'influence du vanadium est la même que dans le cas des aciers au nickel. Les deux premiers spécimens sont perlitiques; les deux seconds martensitiques, et les quatre derniers à fer γ . Il suffit de se reporter au premier paragraphe, dont il a été déjà parlé dans le cas de chacun de ces groupes (aciers-nickel), pour appliquer les conclusions au présent cas.

(1) Voir le *Genie Civil*, t. XLVII, n° 24, p. 387.

TABLEAU III.

DESCRIPTION	COMPOSITION						PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES ACIERS NORMAUX				ESSAI AU CHOC	NOMBRE DE BRÈVET
	C	Mn	Va	Si	S	P	R	E	A %	Σ		
1 Mn 2 Va 0,2	0,082	2,05	0,27	0,340	0,110	0,011	64,5	48,5	24	72,5	28	97
1 Mn 2 Va 0,5	0,122	2,32	0,49	0,482	0,025	0,048	70,8	51,3	20	57,2	26	107
1 Mn 7 Va 0,3	0,152	7,01	0,32	0,781	0,010	0,015	123,3	92,8	0,3	0	0	477
1 Mn 7 Va 0,6	0,125	7,34	0,64	0,304	0,005	0,018	138,4	125,0	0	0	0	495
1 Mn 21 Va 0,5	0,125	21,03	0,53	0,710	0,015	0,016	92,5	38,9	2,0	58,3	26	202
1 Mn 22 Va 0,7	0,210	22,51	0,70	0,501	Trace	0,010	95,2	40,1	20,2	70,3	20	223
7 Mn 12 Va 0,5	0,143	12,33	0,47	0,840	...	0,020	90,4	62,4	20,5	24,8	25	223
7 Mn 14 Va 0,6	0,182	14,50	0,67	0,730	0,004	0,011	93,2	61,5	20,2	23,2	22	235

ACIERS CHROME-VANADIUM. — Jusqu'à présent, nous n'avons entrepris aucun essai sur les aciers chrome-vanadium. MM. Sankey et Smith ont étudié certains aciers au chrome; sur les soixante spécimens examinés, les deux types suivants peuvent être réservés pour un examen plus attentif :

	N° 1	N° 2
Carbone.	0,22	0,44
Chrome.	1,02	1,04
Vanadium.	0,17	0,188
Silicium.	0,086	0,173
Manganèse.	0,29	0,837

Le premier spécimen avait une résistance à la traction de 66 kg 5, et une limite élastique de 57 kilogr., un allongement de 24 %, et une striction égale à 56,6 %. Le second type est destiné spécialement à la fabrication des ressorts. Les observateurs ont examiné l'influence du traitement sur les propriétés de ces aciers.

ACIERS SILICIUM-VANADIUM. — Les conclusions auxquelles nous sommes arrivé, relativement aux aciers au silicium, sont les suivantes :

Les aciers de 0,5 à 5 % de silicium ont une structure perlitique. Avec 5 % de silicium, on voit apparaître au polissage, en bas-relief, des taches blanches, et l'on peut distinguer nettement, avant l'attaque, des points noirs très fins, qui doivent être formés de graphite. Après attaque, on retrouve ces constituants, en même temps que de la perlite, en dehors des taches blanches. Avec un pourcentage de silicium plus élevé, mais inférieur à 20 %, il n'y a que des aires blanches bordées de graphite. Quelquefois, on peut distinguer autour de ce graphite quelques grains très brillants, mais toujours en très petit nombre.

Avec un pourcentage très élevé de silicium, on rencontre des cristaux fort mal définis, entourés d'un eutectique; ils sont d'autant plus importants que ce pourcentage est plus élevé. C'est seulement le pourcentage de silicium qui a de l'influence sur ces aciers; celui du carbone n'en a pas. La résistance à la traction et la limite élastique sont plus élevées dans les aciers au silicium que dans les aciers ordinaires contenant des pourcentages équivalents de carbone. Elles n'augmentent pas sensiblement avec le pourcentage de silicium, dès qu'il se trouve un peu de carbone à l'état de graphite, et les allongements et strictions deviennent nuls. La résistance au choc, dans les aciers au silicium, est faible, et devient nulle dès qu'il se forme du graphite.

Nous avons examiné un petit nombre seulement de spécimens d'aciers silicium-vanadium. La composition des deux plus intéressants est la suivante :

	N° 1	N° 2
Carbone.	0,21	0,65
Vanadium.	0,28	0,32
Manganèse.	0,34	0,46
Silicium.	1,96	1,28

Ces spécimens ont donné les résultats mécaniques suivants :

TABLEAU IV.

	R	E	A %	Σ	ESSAI au choc	NOMBRE DE BRÈVET
Normal.	70,4	49,8	25	64,0	12	171
Tempéré à 850 et trempé.	176,5	170,4	7	...	...	350
Tempéré à 850 et trempé, chauffé à 500°.	115,4	100,4	9	19,6	8	319
Normal.	96,4	62,4	42	22,1	12	282
Tempéré dans l'eau à 850°.	Epreuve mal cassée				...	535
Tempéré à 850 et trempé, chauffé à 500°.	115,4	123,2	6	10,4	4	536

Ces essais, quoique peu nombreux, n'en montrent pas moins très bien que le vanadium exerce une influence très favorable sur les propriétés mécaniques des aciers au silicium. Malheureusement, il ne remédie pas à leur fragilité perpendiculaire au sens du laminage. En effet, les épreuves au choc opérées dans ces conditions n'ont donné que de 0 à 40 kilogrammètres.

ALLIAGES DE VANADIUM AUTRES QUE LES ALLIAGES DE FER. — Des recherches ont été faites sur certains alliages de vanadium autres que ceux de fer. Ces essais ne constituent pas une étude systématique; nous en signalerons cependant les points essentiels.

Bronzes cuivre-vanadium et laitons au vanadium. — On a annoncé, parfois, que le vanadium donnait des résultats extraordinaires quand on l'ajoutait à des alliages de cuivre et d'étain, de cuivre et d'aluminium, de cuivre et de zinc. Les propriétés obtenues n'ont pas été exactement définies; encore moins les analyses.

En 1896, cependant, M. Héluois déclarait qu'un alliage contenant 91 % de cuivre, 8 % d'aluminium et 1 % de vanadium, avait une résistance à la traction de 53 kilogr. et un allongement de 32 %. Cette amélioration est sensible.

M. Baxérès a signalé que certain bronze au vanadium donnait 71 kilogr. de résistance à la traction et 20 % d'allongement, mais sans donner les détails de sa composition. Ce spécimen était-il un bronze ou un des laitons à haute résistance à la traction, vendus sous le nom de bronze malléable?

On affirme, de différents côtés, que le vanadium est largement employé dans la métallurgie du cuivre et de ses alliages. Nous croyons pouvoir affirmer qu'il n'en est rien, et nous n'avons jamais réussi à obtenir un spécimen qu'on puisse vraiment qualifier de commercial.

Des recherches systématiques ont été entreprises sur ces alliages, mais elles ne sont pas suffisamment avancées pour donner des résultats généraux. On doit pourtant s'arrêter un moment à l'alliage cuivre-vanadium, qui sert à introduire le vanadium dans différents alliages de cuivre. On peut obtenir le cupro-vanadium, soit par le procédé aluminothermique, soit à l'aide du four électrique. M. Girod en a exposé un bel échantillon à l'Exposition de Liège.

Des recherches sur les cupro-vanadiums, bien qu'elles n'aient pas été complètes, nous ont donné clairement les résultats suivants :

1° Quand le vanadium est ajouté au cuivre, on obtient d'abord une solution solide et le point de fusion de l'alliage est plus élevé que celui du cuivre;

2° Dans le voisinage de 7 à 10 % de vanadium, il se forme un composé bleuâtre très dur, qui a une faible densité et une tendance à gagner la surface comme le carbure dans les aciers. Quand le vanadium est présent en quantité suffisante (environ 13 à 15 %), ce composé traverse toute la masse et forme à la surface une couche gris d'acier, d'autant plus abondante que le pourcentage de vanadium présent est plus élevé. On peut facilement le détacher de la masse par un coup sec de marteau;

3° La masse grisâtre ainsi obtenue est absolument insoluble dans le cuivre (les expériences n'ont été effectuées qu'à une température de 1 400 degrés). On peut conclure de là que les seuls cupro-vanadiums que l'on puisse employer commercialement sont ceux qui ne contiennent pas ce composé bleu grisâtre dont la composition n'a pas encore été déterminée. On ne peut pas dire, jusqu'à présent, si c'est un composé ou s'il ne serait pas une solution solide.

ALLIAGES D'ALUMINIUM ET DE VANADIUM. — On a cité un essai qui a donné 17 kilogr. de résistance à la traction et 7 % d'allongement pour un aluminium contenant 1 % de vanadium. Les résultats sont intéressants, mais les conditions dans lesquelles l'alliage a été préparé n'ont pas été indiquées. On obtient constamment de meilleurs résultats avec de l'aluminium laminé et recuit, et parfois des chiffres aussi élevés avec des alliages coulés en coquille. M. Héluois a signalé également qu'avec un alliage aluminium-cuivre-vanadium à pourcentage élevé d'aluminium, il avait obtenu une résistance à la traction de 42 à 45 kilogr. par millimètre carré.

Les alliages d'étain et vanadium sont reconnus, sans autre détail, comme étant très intéressants.

Enfin, M. Herrenschildt a préparé du nickel-vanadium et du chrome-vanadium en partant d'un vanadate alcalin auquel il ajoute des sels de nickel et de cobalt. Toutefois ces alliages, autant que nous le sachions, n'ont pas été, en pratique, l'objet de beaucoup d'attention.

CONCLUSIONS. — On peut affirmer que, dans tous les cas étudiés jusqu'à présent, le vanadium améliore considérablement les propriétés mécaniques des produits métallurgiques. Son action peut être définie comme suit :

1° Dans les aciers normaux, il produit une augmentation très distincte de la résistance à la traction et de la limite élastique. Il n'a pas d'influence, ou il n'en a qu'une insignifiante, sur l'allongement et la striction et sur la résistance au choc. Il augmente légèrement la dureté;

USINE ÉLECTRIQUE DITE DES EN

Fig1. Coupe longitudinale par la salle des machines

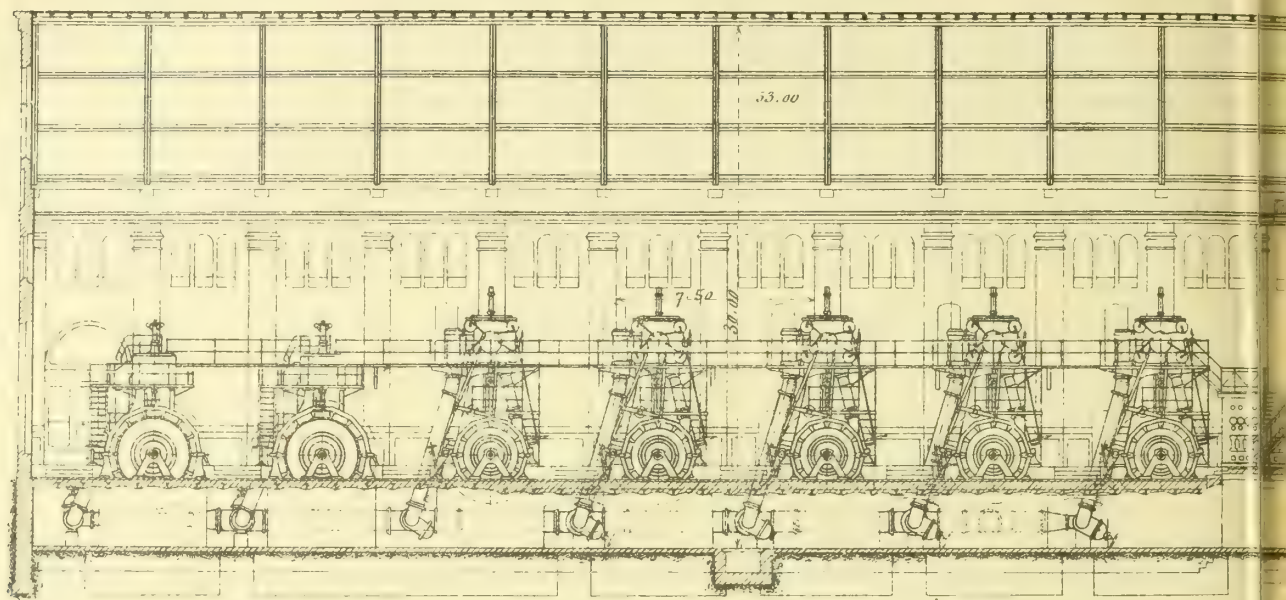
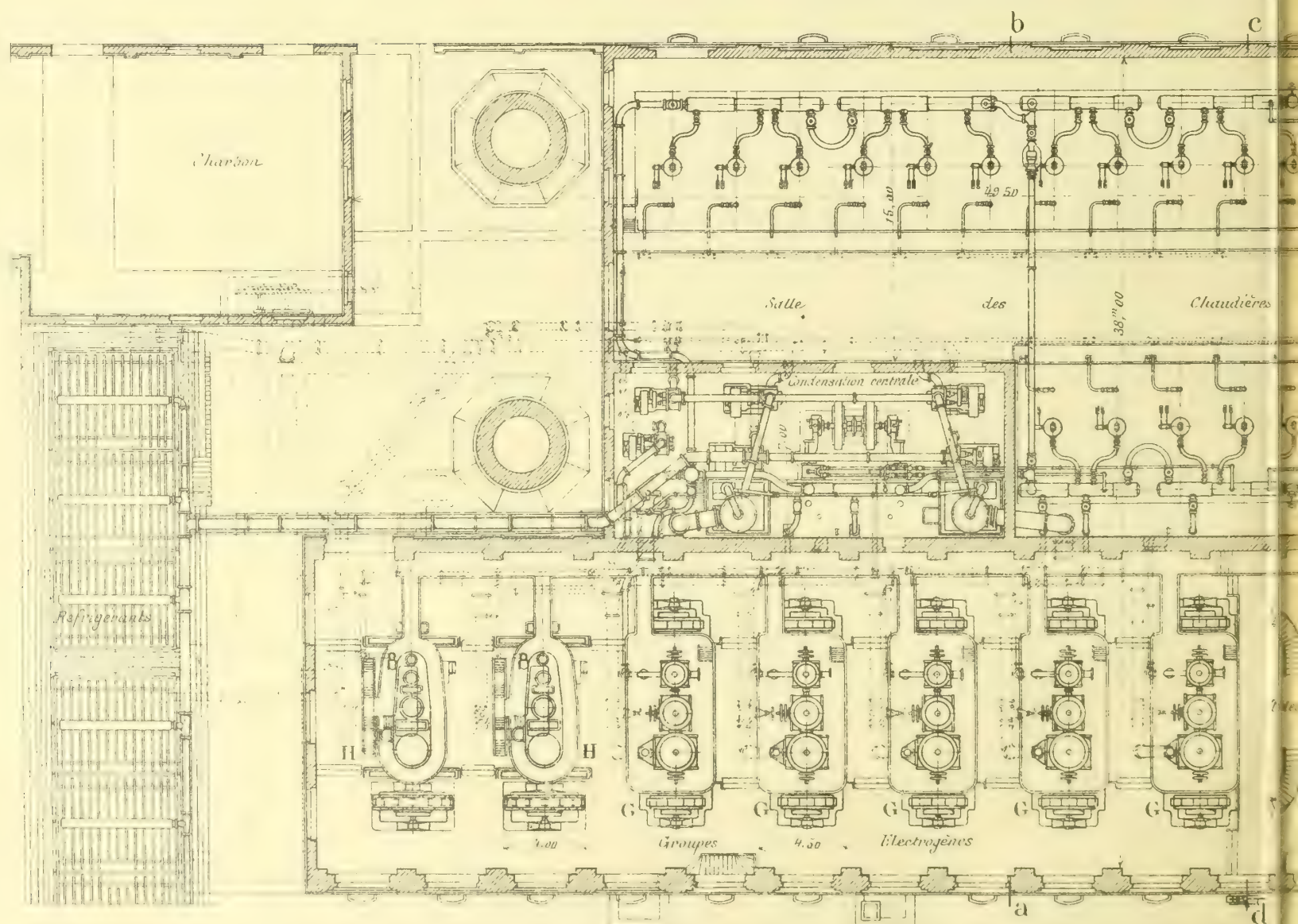


Fig.2. Plan d'ensemble



REPÔTS DOUANIERS, A HAMBOURG

Fig. 3. Coupe verticale par ab

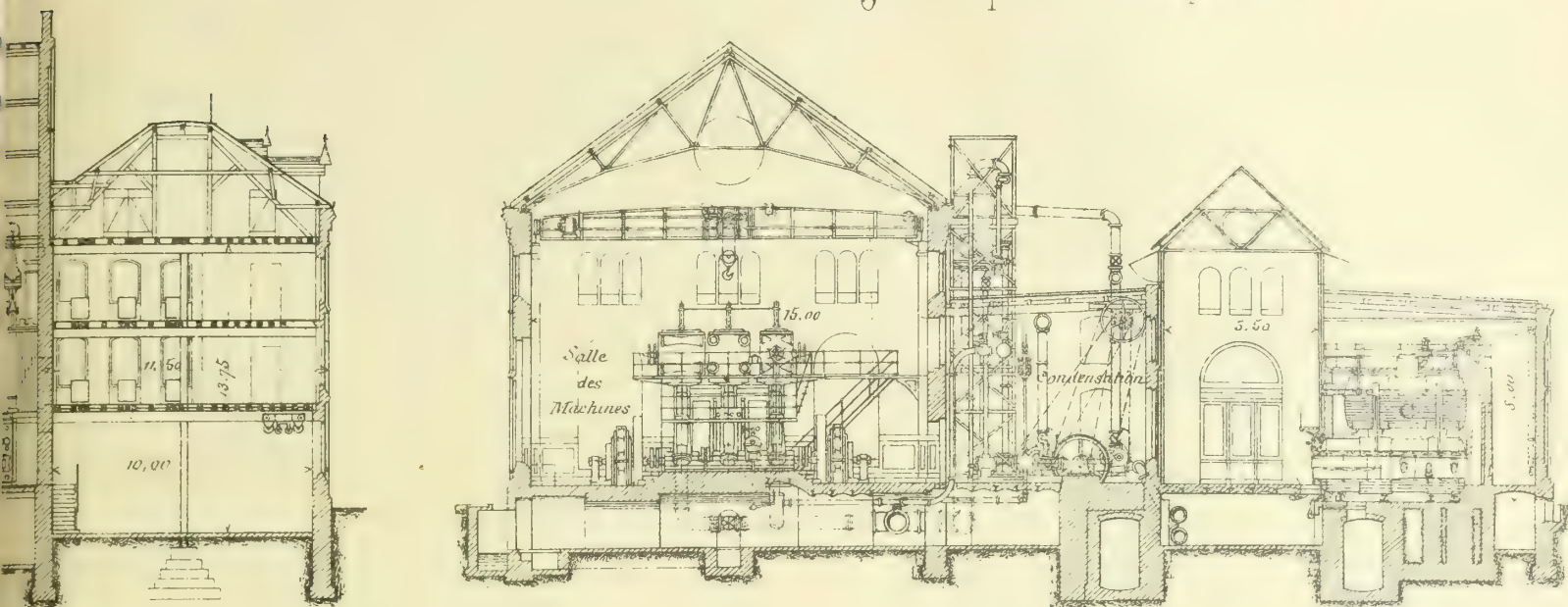
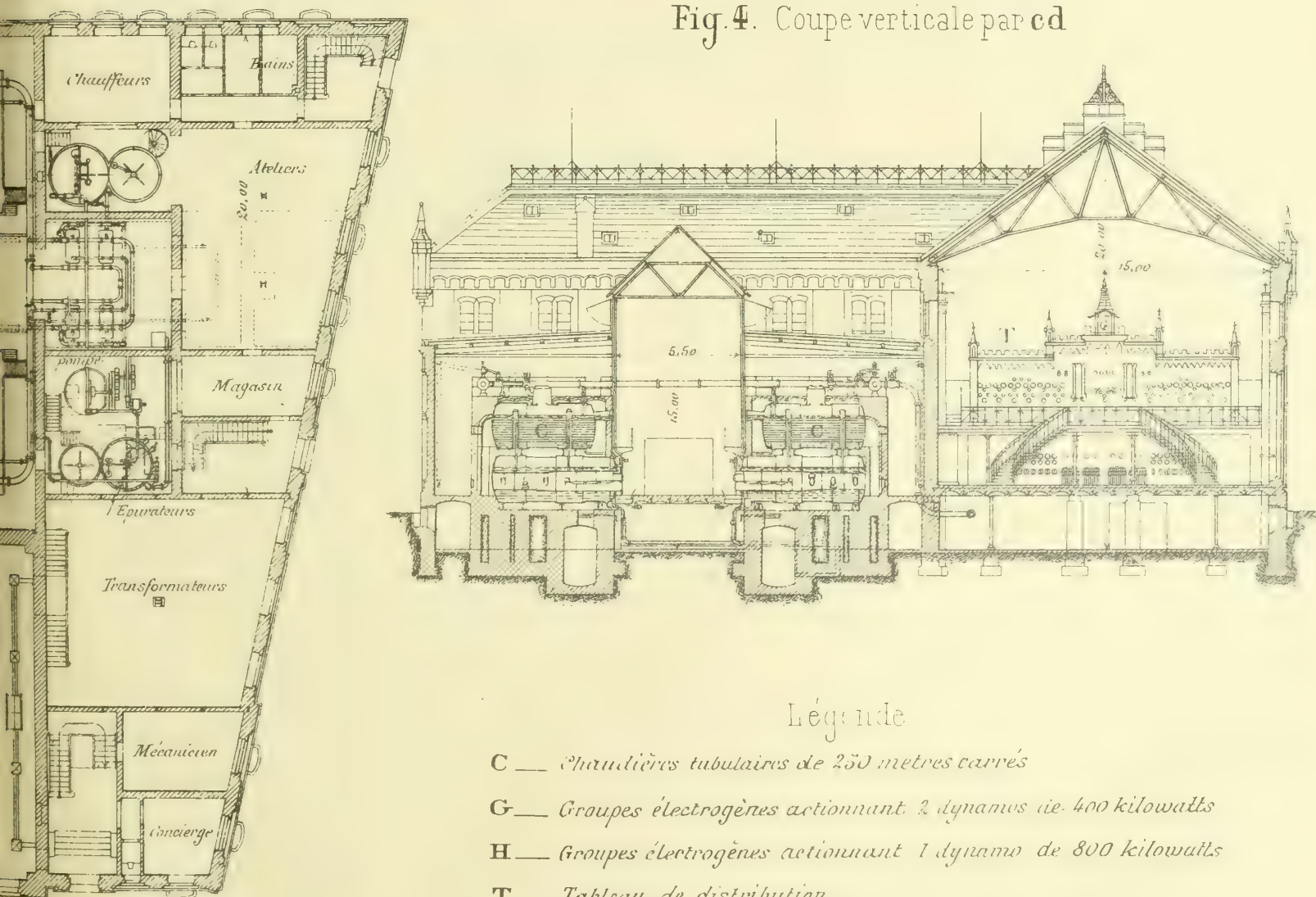


Fig. 4. Coupe verticale par cd



Légende

- C — Chaudières tubulaires de 250 mètres carrés
 G — Groupes électrogènes actionnant 2 dynamos de 400 kilowatts
 H — Groupes électrogènes actionnant 1 dynamo de 800 kilowatts
 T — Tableau de distribution

2° Dans les aciers brusquement refroidis, le vanadium augmente considérablement la résistance à la traction et la limite élastique. Son action à cet égard est presque aussi grande que celle du carbone, mais cependant il n'augmente pas la fragilité.

L'influence du vanadium en métallurgie est donc, à notre avis, d'une importance considérable. Il est incontestablement l'élément qui, après le carbone, agit avec la plus grande intensité en vue d'améliorer des alliages de fer.

Il faut noter spécialement que les alliages de fer-carbone et vanadium sont plus sensibles au traitement à chaud et aux traitements mécaniques que les aciers ordinaires. Mais ce ne semble pas être le cas dans les alliages plus complexes, en particulier dans les aciers nickel-vanadium.

Il reste à considérer l'influence de l'addition de vanadium sur le prix de l'acier. Le coût du ferro-vanadium en permet aisément l'addition et si, actuellement, le prix du ferro-vanadium est encore élevé (environ 55 francs le kilogramme de vanadium contenu), il faut l'attribuer à la rareté de la demande qui est tout à fait insuffisante et, par conséquent, impose des frais généraux qui se répartissent sur une très faible production. Cet état de choses disparaîtra quand l'emploi du vanadium se sera généralisé.

On doit conclure que l'addition de vanadium améliore considérablement certains aciers spéciaux, notamment les aciers au nickel.

Il est probable que le vanadium donnera des résultats très intéressants avec le cuivre et ses alliages, mais il n'a encore été fait, à ce sujet, aucune étude systématique.

LÉON GUILLET,
Docteur ès Sciences,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

ÉLECTRICITÉ

LE RÉSEAU DE DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE de la ville de Hambourg.

(Planche XXV.)

Le réseau de distribution électrique de la ville de Hambourg, qui s'est développée depuis dix ans avec une rapidité étonnante, obligeant à d'incessants remaniements des usines, est actuellement alimenté par quatre stations centrales et huit sous-stations, qui lui fournissent du courant continu, soit pour les tramways, soit pour l'éclairage public et privé. Le courant triphasé à haute tension n'est employé que comme transmission intermédiaire d'énergie entre certaines usines et sous-stations.

Nous résumons sommairement ci-dessous les renseignements que donne M. Max Rupprecht sur ces différentes installations, dans une étude d'ensemble qu'il leur a récemment consacrée (1).

Le plan d'ensemble (fig. 1) indique la répartition des usines génératrices et des sous-stations. En 1896, à l'usine primitive de la rue de la Poste vint s'ajouter celle des Entrepôts douaniers, qui fournit le courant à la fois aux tramways et au réseau d'éclairage. En même temps, le nombre des sous-stations s'augmentait peu à peu, parallèlement à l'augmentation du débit.

En 1897, devant les demandes croissantes de courant, la Compagnie d'Électricité de Hambourg décida d'affecter l'usine de la Poste uniquement à l'éclairage, et de construire, au nord-est de la ville, une nouvelle usine pour le courant de traction; c'est l'usine de Barmbeck, livrée en 1899. Presque aussitôt, d'ailleurs, on reconnut également la

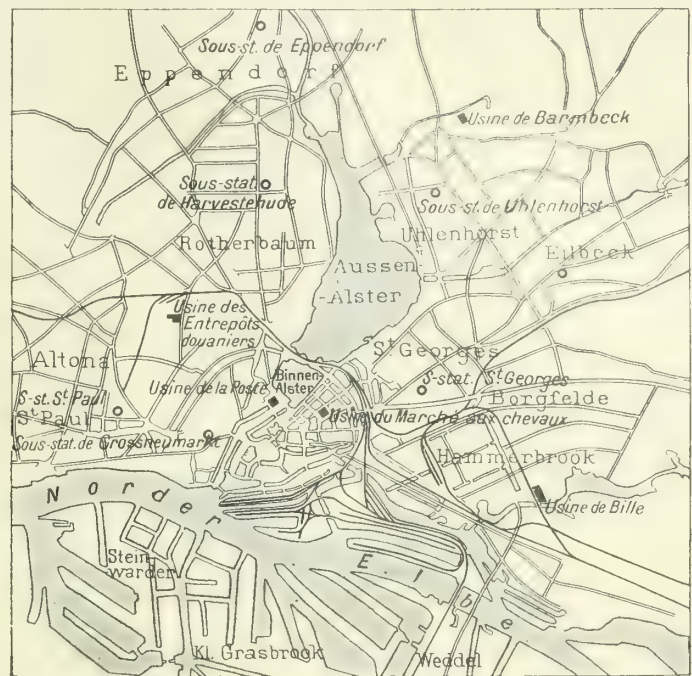


FIG. 1. — Plan de situation des usines électriques de Hambourg.

nécessité d'une quatrième station, dans le quartier sud-est, et l'usine de la Bille fut mise en exploitation, en 1901, pour correspondre à ce besoin.

D'un autre côté, l'usine de la Poste devenant insuffisante en face du développement de l'éclairage public, il fallut, en 1901, la décharger d'une partie de son réseau, ce qui eut lieu par l'installation, à l'usine de la Bille, de 1901 à 1903, d'alternateurs envoyant le courant triphasé sous 5 000 volts aux sous-stations, pour sa transformation en continu.

Sans insister davantage sur le détail des modifications apportées aux installations, qui ne sont d'ailleurs pas définitives, nous nous bornerons à reproduire le schéma général des connexions entre les différentes usines et stations transformatrices.

Ces sous-stations sont toutes pourvues de batteries-tampon, montées sur le réseau secondaire à 2×110 volts. Celui-ci est alimenté, soit directement, soit, le plus souvent, par des groupes de transformateurs rotatifs, abaissant à la tension voulue celle (600 volts environ) que donnent les dynamos des usines

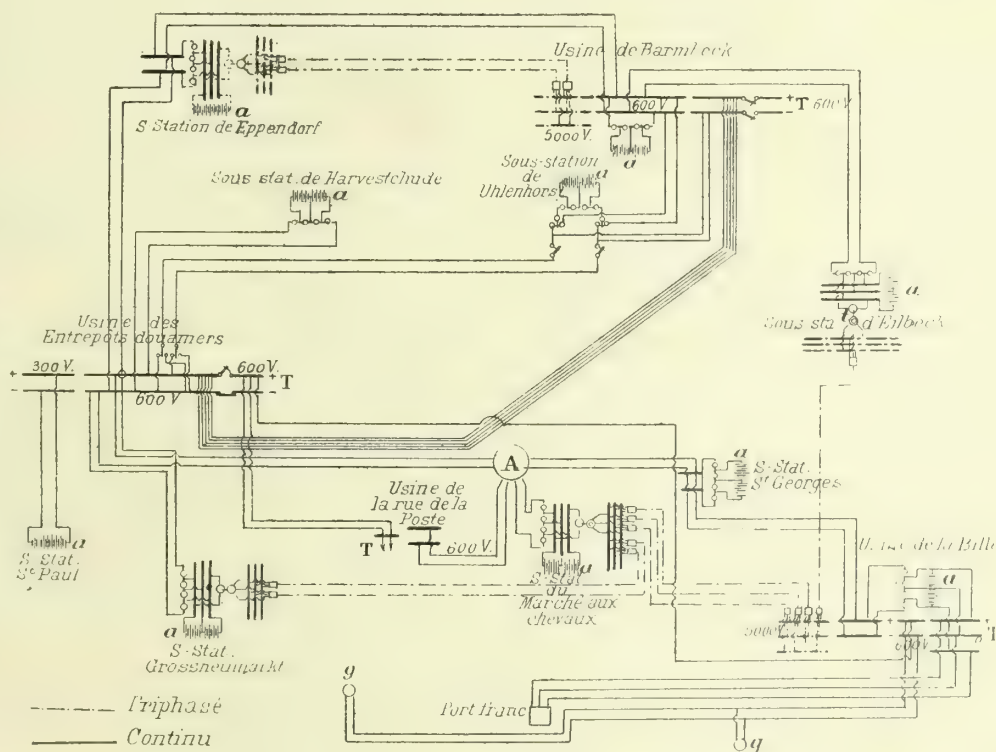


FIG. 2. — Schéma général des connexions entre les usines et les sous-stations.

A, boîte de connexions; — T, connexions aux lignes de tramways; — a, batteries-tampon; — g, boîtes de connexion pour les grues électriques du port.

ou, dans certains cas, les convertisseurs alimentés par le courant triphasé à haute tension. De cette façon, la plus grande partie du matériel générateur à courant continu consiste en dynamos à 600 volts, du type tramways, branchées directement sur le réseau de traction et sur les transformateurs du réseau de lumière.

L'utilisation du matériel est naturellement meilleure, et le nombre des unités en réserve réduit au strict minimum.

Les sous-stations les plus chargées sont connectées avec deux usines.

Les figures 3 et 4 donnent le schéma d'un groupe transformateur de courant continu, soit pour un réseau à deux fils, avec simple modification du voltage, soit pour un réseau à trois fils, avec batterie-tampon. Chaque groupe comporte un moteur et une génératrice, montés sur le même axe et couplés en série. Dans le dernier cas, les deux groupes sont couplés ensemble mécaniquement, pour avoir un réglage mutuel de leur vitesse et du voltage sur chaque pont. En cas d'avarie à un groupe, on enlève l'accouplement, et on branche le groupe de réserve sur les connexions de celui qui est mis hors service. Au démarrage, on met d'abord les dynamos hors circuit, on met en route les moteurs, et on branche les dynamos au moment où leur vitesse est suffisante pour donner un voltage égal à celui de la batterie-tampon qui, à partir de ce moment, commence à se recharger si le débit sur le réseau n'est pas trop considérable.

Les sous-stations sont établies, au fur et à mesure des besoins, à la place des boîtes de coupure principales; les anciens feeders sont utilisés pour alimenter d'abord une batterie-tampon, puis, s'il y a lieu, on amène le courant triphasé et on alimente la batterie par l'intermédiaire d'un groupe convertisseur.

Usine de la rue de la Poste. — Cette ancienne usine, dont le matériel électrique a été renouvelé en 1897, est pourvue de six dynamos donnant 260 à 350 volts.

Le tableau, primitivement en bois, est maintenant en fer et marbre; l'espace situé derrière est isolé jusqu'à la toiture, en vue de circonscrire un incendie qui s'y déclarerait. Les deux batteries d'accumulateurs, de 170 éléments chacune, ont une capacité de plus de 3 000 ampères-heure.

Usine des Entrepôts douaniers. — Cette station centrale, dont les figures 1 à 4 (pl. XXV) donnent les plans, contient sept groupes électrogènes, installés dans une salle de 55 mètres de longueur sur 17 mètres de largeur et 12 mètres de hauteur. La chaufferie et la condensation centrale occupent un bâtiment parallèle et contigu.

Les deux cheminées ont 50 mètres de hauteur.

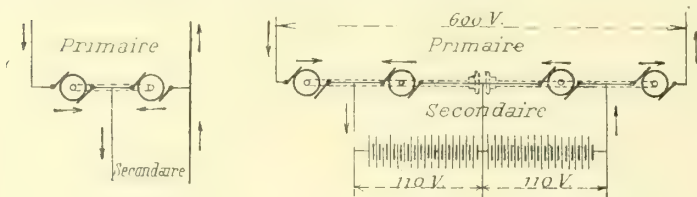


Fig. 3 et 4. — Schéma de groupes transformateurs de tension, à courant continu.

Les chaudières, au nombre de seize, sont tubulaires et donnent de la vapeur à 10 kilogr.; leur surface de chauffe unitaire est 250 mètres carrés. L'eau est pompée dans deux puisards et épurée préalablement.

La manutention du charbon se fait par wagonnets, depuis le hangar jusqu'aux foyers.

Les canalisations de vapeur sont munies de valves d'arrêt manœuvrées du sol au moyen de chaînes. Le plan (fig. 2, pl. XXV) en montre la disposition d'ensemble, en forme de double boucle.

Sur les sept groupes électrogènes, tous actionnés par des moteurs à vapeur verticaux, à triple expansion, d'une puissance de 1 200 chevaux et tournant à 100 tours, les cinq premiers sont couplés chacun avec deux dynamos de 400 kilowatts; les deux autres, de construction différente, actionnent des dynamos de 800 kilowatts.

Quatre des dynamos de 400 kilowatts sont construites pour 250-300 volts et servent exclusivement à l'éclairage. On en tient toujours deux en réserve. Les autres sont enroulées pour 600 volts et travaillent sur le réseau de traction ou sur les feeders des sous-stations. En outre, des survolteurs et des batteries d'accumulateurs sont installés à l'usine. Le tableau, très important, contient des barres à 600 volts pour le réseau de traction, d'autres à 600 et à 300 volts pour les sous-stations, des barres à 300 volts pour la charge des batteries et d'autres à 220 volts pour leur décharge, avec toutes les combinaisons d'interrupteurs, de disjoncteurs, et d'appareils de mesures nécessaires à une installation qui, on le voit, est assez compliquée.

Les deux batteries d'éclairage, de 140 éléments chacune, ont une capacité de 2 400 ampères-heure. Une autre, montée en tampon sur les barres du réseau de traction, peut donner 1 600 ampères-heure. De nombreux feeders positifs et négatifs desservent ce réseau.

Usine de Barnbeck. — Cette usine, encore incomplètement installée, est destinée à recevoir : 24 chaudières de 250 mètres carrés de surface de chauffe; 3 groupes électrogènes de 1 200 chevaux et 3 autres de 2 500 chevaux.

Le parc à charbon, de 6 000 tonnes, est desservi par le canal voisin; une grue électrique mobile décharge les bateaux, et des voies aériennes amènent le charbon au point voulu pour la mise en tas.

Chaque moteur vertical à triple expansion actionne directement une dynamo shunt de 800 kilowatts, ainsi que deux volants assez lourds, qui assurent un coefficient de régularité de $1/200$. La vitesse est, soit de 100 tours, soit de 60, suivant qu'on veut produire une tension de 600 ou de 250 volts à l'usine. D'ailleurs, ce dernier cas ne s'est présenté qu'au début de l'exploitation, les sous-stations de création récente qu'alimente l'usine employant toutes aujourd'hui du courant à 600 volts.

Les dynamos des autres groupes, dont une va être installée incessamment, auront une puissance de 1 750 kilowatts et feront le même service que les précédentes.

La batterie d'éclairage a une capacité de 4 500 ampères-heure et peut débiter 1 500 ampères.

Usine de la Bille. — Cette quatrième usine, qui est venue décharger celle des Entrepôts en desservant les quartiers Saint-Georges et Hammerbrook, et aussi une partie du port franc, a reçu presque chaque année des accroissements notables. Elle renferme 14 chaudières et 3 groupes électrogènes à triple expansion, avec dynamos de 1 750 kilowatts, à 600 volts; puis 2 groupes semblables avec alternateurs triphasés (courant à 5 000 volts, 100 périodes). On a prévu, au total, l'installation de 30 chaudières et 2 surchauffeurs, 5 groupes mentionnés ci-dessus, 2 turbo-dynamos de même puissance pour courant triphasé, 2 batteries d'accumulateurs déjà installées, enfin 6 réfrigérants de condensation traitant 700 mètres cubes d'eau à l'heure.

Sous-stations. — Nous ne croyons pas utile d'entrer dans les détails d'installation des sous-stations, qui varient suivant la disposition des locaux et l'importance du réseau. Le schéma général (fig. 2) en indique, d'ailleurs, les grandes lignes. Leur équipement en matériel de transformateurs, d'accumulateurs, d'appareils accessoires et en câbles s'accroît, du reste, incessamment. Toutes les usines et sous-stations sont reliées ensemble non seulement par le réseau urbain, mais aussi par un réseau téléphonique particulier, en vue d'assurer l'exactitude parfaite du service.

A. C.

MINES

NOUVELLES EXPÉRIENCES SUR LES LAMPES DE SURETÉ faites à la station d'essais de Frameries (Belgique).

On sait que le bassin houiller belge est l'un des plus grisouteux du monde entier. Certains puits, en effet, ont eu des dégagements continus, pendant plusieurs années, de 30 à 40 000 mètres cubes de gaz par jour, et M. l'Ingénieur Stassart cite même des chantiers dans lesquels, pendant des mois, la quantité de grisou dégagée par tonne de charbon extraite s'élevait au chiffre énorme de 250 mètres cubes. Il n'est pas surprenant que, dans de telles conditions, la surveillance et la réglementation des mines, en Belgique, soient faites avec des soins tout particuliers, et le Service des accidents miniers et du grisou, à la tête duquel se trouve M. l'Ingénieur en chef Watteyne, désireux d'arriver à des conclusions pratiques et à une réglementation plus parfaite des mines grisouteuses, a entrepris, dans ces dernières années, toute une série de recherches des plus intéressantes.

Ces travaux comprennent deux séries bien distinctes de recherches : sur l'éclairage des mines, d'une part; sur l'emploi des explosifs, d'autre part.

Pour permettre aux Ingénieurs de procéder à des expériences pratiques très sérieuses, le Gouvernement belge décida l'installation d'une station d'essais complète, comprenant, d'une part, le siège d'expériences des explosifs, avec galerie d'essais, salle de machines, local d'observation, magasin, etc., d'autre part, le laboratoire d'essais des lampes avec ses annexes, gazomètre, épurateur, etc.

Nous nous proposons, dans l'étude qui va suivre, de résumer les milliers d'essais faits par les Ingénieurs belges sur les lampes de sûreté, et d'indiquer les conclusions qu'ils en ont tirées. Avant de passer à l'analyse des essais, nous donnerons une description générale du laboratoire d'expériences.

La station d'essais, établie au siège n° 3 des charbonnages de l'Agrappe, à Frameries, comprend : 1° la canalisation du gaz capté dans les travaux du fond; 2° les appareils spéciaux pour activer le débit, purifier le gaz et l'emmagasiner (aspirateur, condenseur, épurateur et gazomètre); enfin, les deux sièges d'observation proprement dits; 3° le laboratoire d'essais des lampes; 4° la station d'expériences des explosifs.

On avait tout intérêt à choisir, pour l'emplacement de ces installations, un siège d'extraction tel que celui de l'Agrappe, présentant un débit extrêmement considérable de grisou, et comme depuis de longues années ce débit a été très régulier et très abondant, on pouvait compter que ce dégagement continuerait, permettant ainsi de faire des recherches prolongées.

Nous n'entrerons pas dans les détails de la captation du gaz grisouteux au fond; disons seulement que le gaz capté provient de deux

couches en plateure, situées au-dessous d'une faille, à l'étage de 700 mètres. Cette faille n'ayant été traversée que par les puits et quelques rares cheminées intérieures, les conditions sont des plus favorables à la conservation du gaz. On a construit, à la partie supérieure d'un petit puits d'accès, un serrement qui laisse passer les tuyaux de conduite. Des jaugeages effectués avant l'installation définitive ont montré que la venue du gaz atteignait environ 400 mètres cubes par jour.

La canalisation a, jusqu'au gazomètre, une longueur totale de 1000 mètres environ, dont 440 mètres dans le bouveau du fond, 460 mètres dans le puits, et 100 mètres à la surface. La conduite est formée de tuyaux en fer étiré, d'environ 5 centimètres de diamètre intérieur, avec une épaisseur de 3 millimètres. On a pris la précaution de placer dans la galerie souterraine la canalisation sur supports isolés spéciaux, et non sur le boisage; on évite ainsi de lui faire subir les tassements possibles provenant de mouvements des terrains.

La pente de la conduite est régulièrement dirigée vers le puits, pour évacuer éventuellement les eaux de condensation par un purgeur situé à l'arrivée au puits. Dans ce dernier, les tuyaux sont maintenus de 20 mètres en 20 mètres, par des carcans maintenus par des traverses, et la conduite comprend trois joints compensateurs. Il est de la plus haute importance que l'étanchéité de la tuyauterie soit parfaite; une arrivée d'air, si faible qu'elle soit, modifierait considérablement la composition du gaz, et, si cette venue d'air tendait à augmenter, elle pourrait même rendre le mélange gazeux explosif. Pour parer à ce grave inconvénient, on a le moyen d'isoler complètement toute la conduite, et de la mettre en communication avec une source d'air comprimé; il est alors très facile de se rendre compte si aucune fuite ne s'est produite. Il est, du reste, également facile de prélever

puits Guillaume, à Mährisch-Ostrau, en Moravie, que nous avons décrit dans le *Génie Civil*, il y a quelques années (1).

Il comprend, principalement, une grande conduite horizontale A, et des conduites dérivées, soit inclinées à 45 degrés, B, soit verticales, C. Cette disposition permet de placer les lampes dans des courants horizontaux, verticaux, ou inclinés, ascendants ou descendants. La conduite est formée par l'assemblage de deux tôles de 5 millimètres d'épaisseur, avec des fers en U maintenus par un solide boulonnage. La section intérieure est de 310 millimètres de hauteur sur 140 millimètres de largeur.

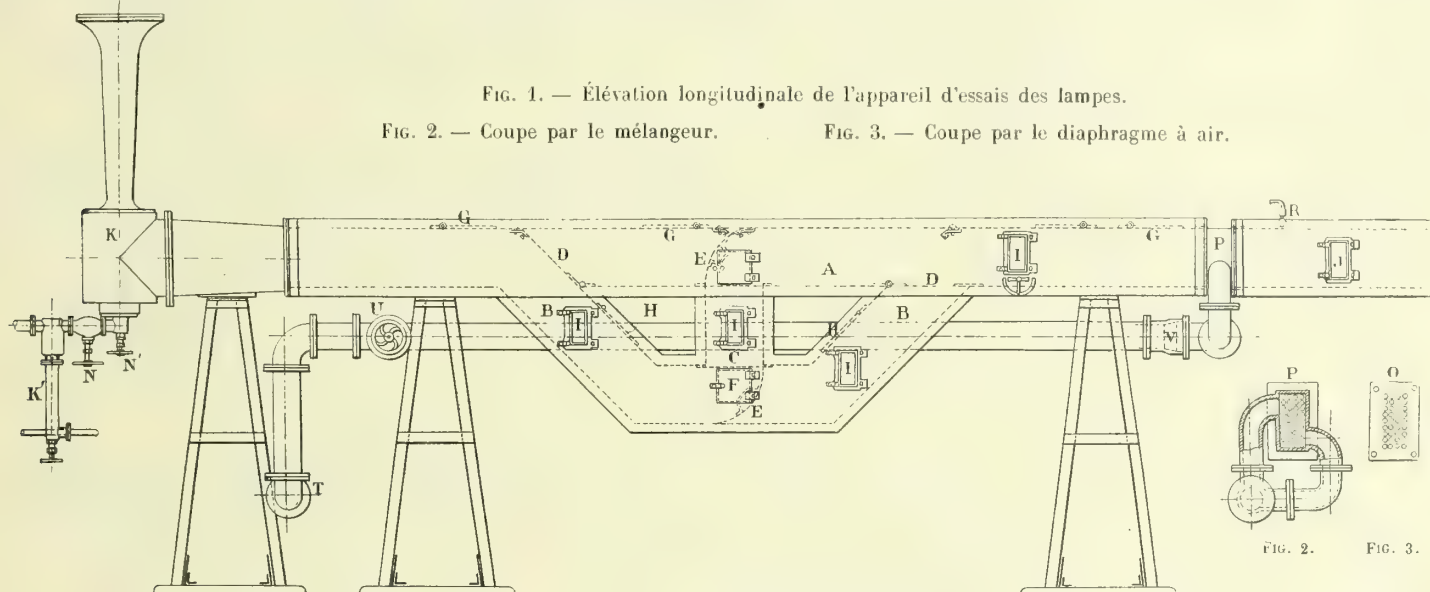
Des cloisons mobiles D et E permettent de varier l'inclinaison du courant, ou de faire simplement les essais en courant horizontal. Les cloisons D sont droites (fig. 1) et peuvent être maintenues levées par des verrous. Les cloisons E, destinées à produire les courants verticaux, sont incurvées pour éviter les pertes de charge, et sont retenues de la même façon. Les divers conduits sont munis de clapets de sûreté G, à charnières, permettant une évacuation facile des gaz en cas d'explosions. Ces clapets sont constitués par des plaques de tôle reposant sur joints d'amiante, et leur poids est calculé de telle façon que, même dans le cas où il n'y a aucune dépression dans l'appareil (essais en air calme), l'étanchéité soit parfaite. Pour les observations, on a prévu quatre fenêtres I, placées, l'une sur la partie horizontale, deux sur les branches inclinées, et la quatrième sur la section verticale. On peut ainsi suivre et étudier les lampes dans tous les courants, aussi bien verticaux qu'horizontaux ou inclinés, ascendants ou descendants.

Une cinquième fenêtre J, identique aux précédentes et placée à droite de l'appareil, est destinée, comme nous le verrons plus loin, au jaugeage de l'air lors du tarage de l'appareil.

FIG. 1. — Élévation longitudinale de l'appareil d'essais des lampes.

FIG. 2. — Coupe par le mélangeur.

FIG. 3. — Coupe par le diaphragme à air.



des échantillons de gaz, à l'entrée et à la sortie de la canalisation, et de vérifier, par des analyses, que la composition est identique.

Pour permettre des vitesses de circulation considérables dans l'appareil d'essais, il était nécessaire de disposer, au gazomètre, d'une assez forte pression; celle-ci a été fixée à 200 millimètres d'eau. La pression naturelle du gaz n'étant pas suffisante, la conduite a été munie d'un aspirateur Koerting. Le gaz passe ensuite par un condenseur, formé de tubes à ailettes refroidis par une pluie d'eau et par un épurateur à chaux vive, qui le débarrasse de son acide carbonique; puis il se rend au gazomètre de 150 mètres cubes, dont la cloche, de 6^m 50 de diamètre, a une hauteur de 4 mètres; l'épaisseur des tôles varie de 2^{mm} 5 à 3 millimètres. C'est à l'aide de contrepoids, placés sur la cloche, qu'on donne au gaz la pression voulue de 200 millimètres.

Le laboratoire d'essais des lampes comprend : la salle d'expériences proprement dite, la salle des essais photométriques, le laboratoire d'analyses, une salle de collections, etc.

APPAREIL D'ESSAIS DES LAMPES DE SURETÉ. — L'appareil d'essais des lampes doit permettre de réaliser, comme l'indique M. Stassart, auquel nous empruntons cette description, les conditions suivantes :

1^o Établir rapidement et facilement un courant de vitesse et de teneur quelconques, chargé ou non de poussières de charbon;

2^o Placer dans le courant explosible la lampe entière, même de grandes dimensions;

3^o Soumettre la lampe, maintenue dans une position verticale, à des courants horizontaux, verticaux, inclinés à 45 degrés, ascendants ou descendants;

4^o Inflexir, sous une inclinaison quelconque, la lampe soumise à l'action d'un courant horizontal;

5^o Permettre les essais de rallumage dans les atmosphères en repos ou en mouvement.

L'appareil (fig. 1 à 5) présente beaucoup d'analogie avec celui du

Les voyants représentés en coupe sur la figure 4 ont 180 millimètres de hauteur sur 70 de largeur; ils sont munis d'une glace intérieure de 6 millimètres d'épaisseur, enserrée entre des joints d'amiante et d'une glace extérieure de protection de 12 millimètres d'épaisseur. Les châssis sont maintenus par des verrous de serrage et sont absolument étanches. En cas de forte explosion, la glace intérieure peut se briser, mais aucune projection n'est à craindre grâce aux glaces de protection. En face de chaque fenêtre se trouve un porte-lampe. Ceux-ci sont disposés pour permettre une inclinaison quelconque de la lampe en essai; à cet effet, ils portent un anneau dans lequel vient s'emboîter la partie inférieure de la lampe qui y est maintenue par trois vis de serrage. L'anneau porte-lampe est fixé à l'extrémité d'un axe traversant la paroi de l'appareil par un presse-étoupe étanche; une manivelle de commande termine l'axe et permet de donner un angle quelconque à la lampe, ce dernier étant immédiatement mesuré par une aiguille indicatrice qui se meut sur un cadran. Enfin, pour faciliter l'étude des rallumeurs dont la commande se trouve, en général, à la partie inférieure de la lampe, on a encore muni la conduite, sur la face inférieure, d'un orifice donnant passage, à travers un deuxième presse-étoupe, à une petite clé verticale qui permet le fonctionnement des rallumeurs sans ouvrir l'appareil. Dans le cas possible d'un rallumeur latéral, on pourrait obtenir son fonctionnement par l'orifice latéral du support.

Le courant de gaz est produit au moyen d'un aspirateur à vapeur Koerting K, placé à l'extrémité avant de la conduite. La vapeur arrive des générateurs, à 5 kilogr. de pression, par une tuyauterie munie d'un purgeur K' avant son entrée dans l'aspirateur. Celui-ci peut aspirer 50 mètres cubes à la minute sous 500 millimètres d'eau, ce qui correspond à une vitesse d'environ 17 mètres dans l'appareil. Le réglage se fait d'abord approximativement par la valve d'arrivée de

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 26, p. 313.

vapeur, puis, d'une façon précise, par la commande de l'aiguille de l'aspirateur. La valve et l'aiguille sont respectivement mises en mouvement par les volants N et N'.

Le courant d'air arrive par la partie arrière et traverse tout d'abord un diaphragme O (fig. 3), formé d'une plaque de bronze percée de trente-deux ouvertures circulaires. Grâce à ce dispositif, on crée une

logement T, permettant d'introduire un diaphragme percé d'un orifice en mince paroi, qui sert aux mesures des pressions. En U se trouve la valve de réglage d'introduction du gaz; la tuyauterie porte en ce point une dérivation de 35 millimètres de diamètre, munie également d'une valve : cette disposition permet de régler beaucoup plus facilement le débit. Enfin, en V (fig. 1), on a encore prévu un man-

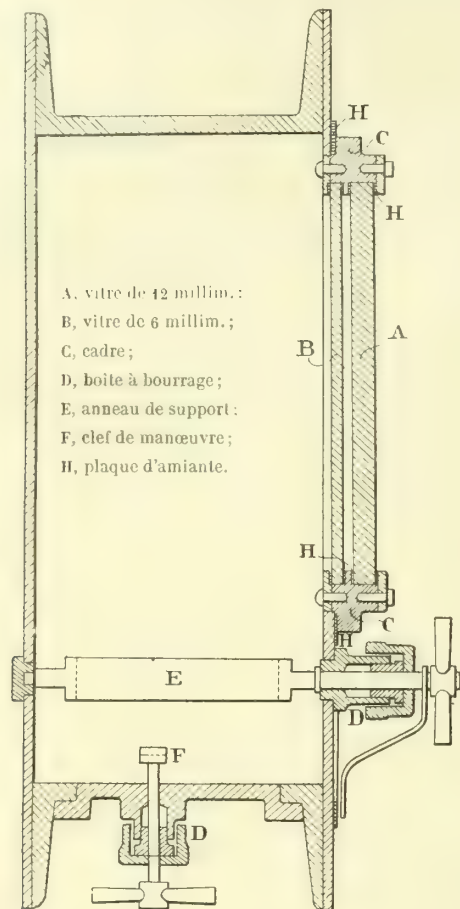


FIG. 4. — Section transversale de l'appareil d'essais.

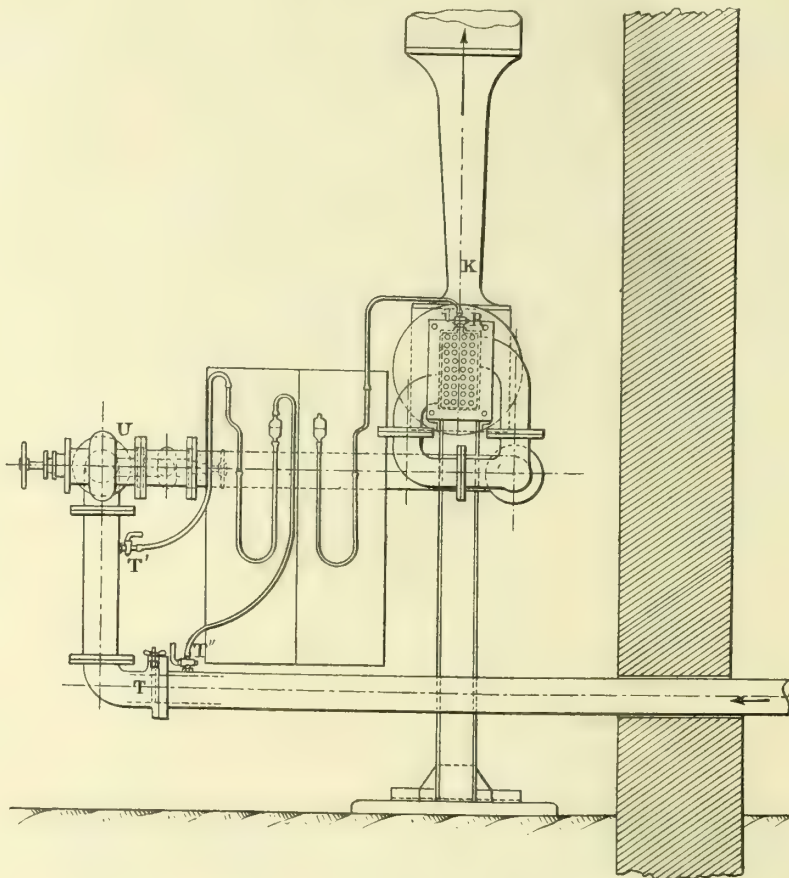


FIG. 5. — Vue en bout de l'appareil d'essais des lampes.

dépression qui permet de mesurer les vitesses de courants et les débits. Le diaphragme est mobile et peut être remplacé par d'autres, et il est évident que, suivant la grandeur des orifices, on obtiendra des débits et des vitesses plus ou moins considérables.

Après un parcours de 1^m 10 de longueur, le courant d'air arrive au mélangeur, partie de l'appareil dans laquelle se fait le mélange avec le gaz grisouteux. Le mélangeur (fig. 2) comprend une boîte en acier coulé, fixée par de forts boulons aux deux parties de la conduite. La boîte, dont les deux fonds sont distants de 150 millimètres, est traversée de part en part par un faisceau tubulaire de trente-six tubes en cuivre de 22 millimètres de diamètre intérieur. On a ménagé dans chaque tube douze ouvertures de 3 millimètres de diamètre, disposées en spirale à égale distance sur toute la longueur. L'air arrivant au mélangeur passe par les trente-six tubes; le grisou arrivant dans la boîte par deux orifices de 90 millimètres de diamètre placés latéralement, se mélange sur toute la surface en entrant par les 432 ouvertures qu'il rencontre et produit alors un mélange gazeux absolument homogène. Il faut, en effet, remarquer que le courant passant dans le mélangeur n'a qu'une section de $\frac{36 \times \pi \times 22^2}{4}$ millimètres carrés, soit en chiffre rond 137 centimètres carrés, alors qu'à la sortie la section est de 14 x 31 centimètres carrés : il y a donc une expansion considérable de chaque courant partiel passant dans les divers tubes et, par suite, mélange intime. Remarquons, du reste, que la première lampe est placée à une distance de 1^m 10 du mélangeur : il y aurait donc largement la place nécessaire pour disposer des chicane, si le besoin s'en faisait sentir.

Pour l'analyse des mélanges, on prélève les échantillons à l'aide de tubes recourbés en verre que l'on introduit par le presse-étoupe du rallumeur. Le robinet R à boule placé sur le tube sert à adapter le tube en caoutchouc conduisant au manomètre, indicateur de pression du courant d'air. Dans le cas où l'essai doit être fait en atmosphère calme, on ferme la valve d'arrivée du grisou et, simultanément, un volet à charnière vient se rabattre sur le diaphragme d'arrivée d'air et arrête toute entrée ultérieure.

La canalisation amenant le grisou porte deux robinets à boules T' et T'' (fig. 5) communiquant par des tubes en caoutchouc avec un deuxième manomètre. Entre ces deux robinets, la conduite porte un

chon muni d'une ou deux toiles métalliques ayant pour but d'arrêter les retours de flammes vers le gazomètre dans les cas d'inflammation des mélanges gazeux.

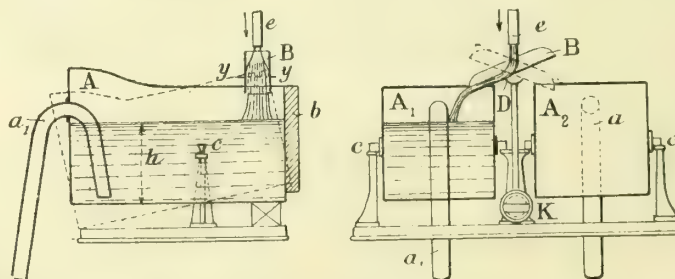
H. SCHMERBER,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

(A suivre.)

VARIÉTÉS

Compteur d'eau, système Leinert.

D'après la description qu'en donne l'*Engineer*, du 7 juillet, le compteur d'eau système Leinert présente la particularité de mesurer le poids d'eau écoulée, et non pas son volume, ce qui permet d'opérer sur de l'eau à des températures différentes sans que la précision des mesures soit diminuée.



Ce compteur est constitué par deux augets A₁ et A₂, reposant sur des couteaux c, et maintenus en équilibre par des contrepoids b. L'eau s'écoule continuellement par le tuyau e, et tombe par le distributeur à bascule B dans l'un des deux augets, A₁ par exemple. Lorsque cet auget est plein, il bascule autour des couteaux c, et le siphon a₁ entre en jeu pour le vider. En exécutant ce mouvement, l'auget A₁ fait lui-même basculer le distributeur B, et l'eau agit alors sur A₂ de même qu'elle a agi sur A₁, et ainsi de suite. Il suffit donc d'enregistrer le nombre de basculements et d'étalonner l'appareil une fois pour toutes.

Emploi des sables argileux pour la préparation du mortier et du béton.

Le *Genie Civil* a déjà signalé les expériences faites récemment, aux États-Unis, en vue de déterminer l'influence que le limon ou l'argile mélangés naturellement au sable peuvent avoir sur la résistance du mortier ou du béton, quand on emploie ce sable sans avoir pris soin de le laver, ainsi qu'il est souvent prescrit par les cahiers des

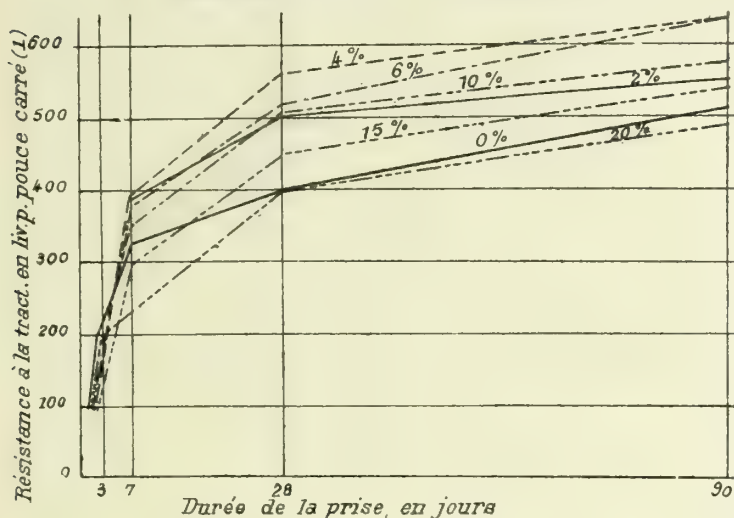


FIG. 1. — Résistance à la traction d'un mortier de ciment dont le sable contient des pourcentages différents d'argile.

charges⁽²⁾. Ces expériences montraient que, le plus souvent, la présence du limon qui accompagne naturellement le sable dans la carrière a, à l'inverse de ce qu'on croit généralement, une bonne influence, à condition que ce limon ne soit pas trop abondant, que le mortier soit maigre et que celui-ci soit fait avec du ciment artificiel. Cependant, rien *a priori* ne peut faire conclure à la bonne ou mauvaise influence du limon dans un sable gras donné et, dans tous les cas, il convient de faire des essais avant de décider s'il doit être lavé ou non. La néces-

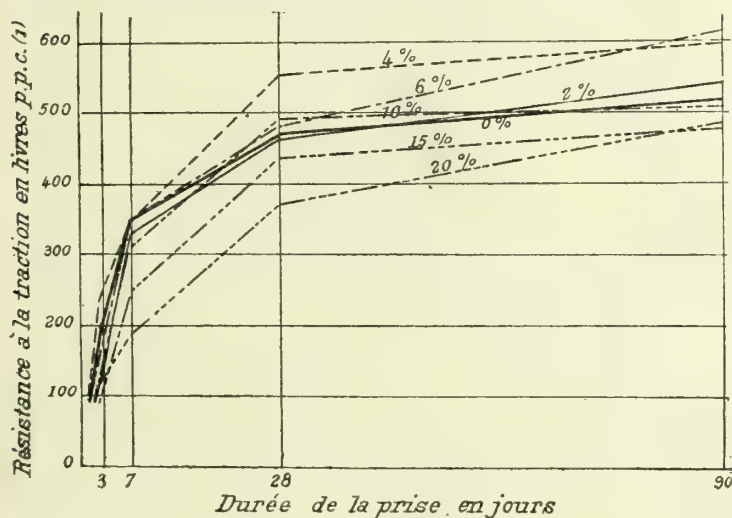


FIG. 2. — Résistance à la traction d'un mortier de ciment dont le sable contient des pourcentages différents de limon.

sité de ces essais paraît plus grande encore s'il s'agit d'argile ou de limon qui se sont ajoutés artificiellement à un sable ordinairement maigre; c'était, du moins, la conclusion des premières recherches: généralement, l'addition de limon avait produit un mauvais effet.

La question a été reprise par MM. B. C. Hoefer et E. Nelson et a fait l'objet d'une thèse soutenue devant l'Université du Kansas (Department of Civil Engineering). Voici, d'après M. Hoad⁽³⁾, les conditions dans lesquelles ces dernières recherches ont été effectuées.

On préparait différents mortiers de ciment de Portland, d'une marque très connue et très appréciée aux États-Unis; on employait un sable de construction naturellement maigre, également connu, et auquel on ajoutait des proportions différentes d'un même limon ou d'une même argile. Le mortier était fait à un de ciment pour trois d'un sable contenant de 0 à 20 % d'argile ou de limon. Toutes les proportions furent déterminées en poids et à l'état sec.

Les graphiques des figures 1 et 2, qui représentent les moyennes

de plusieurs essais identiques, montrent l'effet de cette addition sur la résistance du mortier après 3, 7, 28, 90 jours de prise. Ils montrent que les résultats signalés plus haut pour le limon de carrière s'appliquent également au limon ajouté artificiellement. On peut remarquer cependant que, quand l'addition a une bonne influence, celle-ci ne devient nettement perceptible que si l'essai est fait après un temps notable, 7 à 28 jours; cette distinction explique peut-être la divergence de ces résultats avec ceux des premières expériences.

En ce qui concerne la compacité, mesurée par la quantité d'eau qu'absorbent les briquettes desséchées prises dans des conditions identiques, les essais ont donné les résultats suivants :

Pourcentage de limon ou d'argile dans le sable :	0	2	4	6	10	15
Quantité d'eau % absorbée en 24 heures						
{ limon :	4,5	4,3	4,4	4,6	7,4	7,0
{ argile :	4,5	4	3,9	4,8	4,9	6,1

On voit donc que, pour les proportions de 5 à 6 %, qui sont celles d'un grand nombre de sables gras naturels, la compacité est comparable à celle du même sable débourbé.

Il est prudent, par suite, de faire des essais avant de procéder aux opérations de débourbage; elles peuvent être très onéreuses, même pratiquement impossibles, et être non seulement inutiles, mais même nuisibles; c'est l'expérience seule qui permet de décider si cette opération est avantageuse ou non.

Cours publics du Conservatoire des Arts et Métiers.

Nous donnons, ci-après, la liste des *Cours publics et gratuits de Sciences appliquées aux Arts* qui seront professés au Conservatoire national des Arts et Métiers, pendant l'année 1905-1906 :

Géométrie appliquée aux Arts. — Les lundis et jeudis, à neuf heures un quart du soir. — M. A. LAUSSEDA, professeur; M. P. HAAG, professeur suppléant. Date d'ouverture : 2 novembre.

Géométrie descriptive. — Les lundis et jeudis, à huit heures du soir. — M. E. ROUCHÉ, professeur; M. L. LÉVY, suppléant. Date d'ouverture : 2 novembre.

Mécanique appliquée aux Arts. — Les lundis et jeudis, à neuf heures un quart du soir. — M. E. SAUVAGE, professeur. Date d'ouverture : 2 novembre.

Constructions civiles. — Les lundis et jeudis, à neuf heures un quart du soir. — M. J. PILLET, professeur. Date d'ouverture : 2 novembre.

Physique appliquée aux Arts. — Les lundis et jeudis, à huit heures du soir. — M. J. VIOLLE, professeur. Date d'ouverture : 2 novembre.

Électricité industrielle. — Les mercredis et samedis, à huit heures du soir. — M. Marcel DEPRES, professeur. Date d'ouverture : 4 novembre.

Chimie générale dans ses rapports avec l'industrie. — Les mercredis et samedis, à neuf heures un quart du soir. — M. E. JUNGFEISCH, professeur. Date d'ouverture : 4 novembre.

Chimie appliquée aux industries des matières colorantes, teinture, blanchiment, impressions et apprêts. (Cours fondé par la Ville de Paris.) — Les lundis et jeudis, à huit heures du soir. — M. A. ROSENSTIEHL, professeur. Date d'ouverture : 2 novembre.

Chimie appliquée aux industries des chaux et ciments, céramique et verrerie. — Les mardis et vendredis, à neuf heures un quart du soir. — M. A. VERNEUIL, professeur. Date d'ouverture : 3 novembre.

Chimie industrielle. — Les mardis et vendredis, à neuf heures un quart du soir. — M. E. FLEURENT, professeur. Date d'ouverture : 3 novembre.

Chimie agricole et analyse chimique. — Les mercredis et samedis, à huit heures du soir. — M. Th. SCHLÖSING, professeur; M. Th. SCHLÖSING fils, professeur suppléant. Date d'ouverture : 4 novembre.

Métallurgie et travail des métaux. — Les mardis et vendredis, à huit heures du soir. — M. U. LE VERRIER, professeur. Date d'ouverture : 3 novembre.

Agriculture. — Les mardis et vendredis, à neuf heures un quart du soir. — M. L. GRANDEAU, professeur. Date d'ouverture : 3 novembre.

Filature et tissage. — Les mardis et vendredis, à huit heures du soir. — M. J. IMBS, professeur. Date d'ouverture : 3 novembre.

Économie politique et législation industrielle. — Les mardis et vendredis, à huit heures du soir. — M. E. LEVASSEUR, professeur. Date d'ouverture : 3 novembre.

Économie industrielle et statistique. — Les mardis et vendredis, à neuf heures un quart du soir. — M. André LIESSE, professeur. Date d'ouverture : 3 novembre.

Économie sociale. — Les samedis, à neuf heures un quart du soir. — M. P. BEAUREGARD, chargé de cours. Date d'ouverture : 4 novembre.

Art appliqué aux métiers. — Les mercredis et samedis, à neuf heures un quart du soir. — M. L. MAGNE, professeur. Date d'ouverture : 4 novembre.

Histoire du travail. (Cours fondé par la Ville de Paris.) — Les lundis et jeudis, à huit heures du soir. — M. G. RENARD, professeur. Date d'ouverture : 2 novembre.

Assurance et prévoyance sociales. — Les mardis et vendredis, à huit heures du soir. — M. L. MABILLEAU, professeur. Date d'ouverture : 3 novembre.

Droit commercial. — Les mercredis, à neuf heures un quart du soir. — M. E. AGLAVE, chargé de cours. Date d'ouverture : 8 novembre.

Hygiène industrielle. — Les mercredis, à huit heures du soir. — M. le docteur HEIM. Date d'ouverture : 8 novembre.

(1) La livre par pouce carré = 0,85 07 par centimètre carré.

(2) Voir le *Genie Civil*, t. XLV, n° 7, p. 415.

(3) *Engineering News*, du 40 août.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Société des Ingénieurs civils.

Séance du 6 octobre 1905.

Présidence de M. L. COISEAU, Président.

I. — M. DE BOVET donne un compte rendu très sommaire du *Congrès international de navigation de Milan*.

Il rappelle que le septième Congrès de navigation intérieure, réuni à La Haye en 1894, a décidé de fonctionner, à l'avenir, comme Congrès international de navigation et qu'en 1902, au cours du neuvième Congrès, à Dusseldorf (1), a été instituée une Association internationale permanente, ayant son siège et son bureau exécutif à Bruxelles. Le Congrès de Milan, qu'elle a organisé avec le concours de la Commission locale de Milan, a réuni environ 2300 adhérents et a donné lieu à la publication, en trois langues, de cent dix-huit rapports. Il a duré du 24 au 29 septembre, et dans l'intervalle des séances des excursions ont eu lieu au lac de Côme, à Paderno d'Adda (2), à Vizzola et au lac Majeur. Deux excursions ont encore été organisées pour les congressistes, après la clôture du Congrès, l'une à Naples et l'autre à Venise.

Ces excursions comportaient surtout des visites de stations centrales électriques qui ont fait l'objet d'une récente communication de M. Semenza, à la Société des Ingénieurs civils (3). Les canaux de la Lombardie, que les congressistes ont rencontrés dans ce voyage, avaient été créés pour parer à l'insuffisance des routes; de petites dimensions et à faible tirant d'eau, ils ne donnent plus lieu qu'à un trafic insignifiant. Ce sont des canaux mixtes, où la marche de l'eau est à vitesse assez faible pour ne pas être un obstacle et assez forte, cependant, pour se prêter à la navigation.

Le Congrès était divisé en deux sections : navigation intérieure et navigation maritime. Voici l'énumération des principaux sujets traités :

De l'utilité de l'union des chemins de fer et des voies navigables ;

Influence de la destruction des forêts et du dessèchement des marais ;

Étude de systèmes propres à utiliser les grandes chutes ;

Forme et dimensions des bateaux à petit tirant d'eau ;

Amélioration de l'embouchure des fleuves ;

Moyens de propulsion des navires ;

Modes d'exploitation des ports maritimes, leur influence ;

Construction des môles, eu égard à la puissance des vagues auxquelles ils doivent résister.

En outre, il y avait un grand nombre de rapports sur d'autres sujets (combustibles pour la navigation, dimensions des navires, responsabilité des propriétaires des navires à l'égard des particuliers et des administrations publiques, signaux des ports, phares, mesures prises pour protéger la navigation maritime, etc.).

II. — M. P. DUMESNIL présente ensuite une communication sur les *Procédés de soudure autogène des métaux*.

La soudure autogène a été importée en France pour le plomb, par le chimiste Kuhlmann, il y a quelque soixante ans. Mais si la température d'un dard alimenté par l'air et l'hydrogène était suffisante pour le plomb, il n'en était plus de même pour le fer, l'acier, même le cuivre ; d'où nécessité de procédés spéciaux tels que l'arc électrique ou les chalumeaux oxyhydrique et oxyacétylénique (4).

Dans ces deux derniers cas, l'agent indispensable au travail est le gaz oxygène ; plusieurs procédés sont employés pour produire ce gaz industriellement ; ce sont les procédés électrolytiques, purement chimiques, ou par fractionnement de l'air liquide.

La soudure électrique ne s'est guère développée dans l'industrie, à cause de son prix élevé d'installation et des difficultés d'application.

La soudure oxyhydrique est facile à mettre en œuvre, les deux gaz nécessaires étant livrés comprimés dans des tubes que l'on trouve dans le commerce. Malheureusement ce procédé nécessitant,

pratiquement, cinq volumes d'hydrogène pour un volume d'oxygène, revient très cher et ne produit qu'une température de 1800 à 2000 degrés, souvent insuffisante.

Les procédés de soudure oxyacétyléniques se divisent en trois groupes :

Acétylène dissous, livré dans des tubes où il est comprimé et dissous dans l'acétone. Ce procédé est forcément coûteux, par suite des manipulations intermédiaires que l'on fait subir au gaz, mais permet l'installation d'un poste de soudure très portatif.

Acétylène produit sous pression. — Ce système permet l'emploi de chalumeaux très simples, mais il faut des autorisations spéciales pour l'installation d'un générateur donnant le gaz à haute pression.

Acétylène produit sur place sous une pression de 12 centimètres d'eau environ. — Les procédés de ce genre ont l'avantage de ne pas nécessiter une surprime d'assurance et de ne pas créer de difficultés avec l'inspection du travail ; ils nécessitent l'emploi de chalumeaux spéciaux dans lesquels on se sert de la forte pression de l'oxygène qui entraîne mécaniquement l'acétylène ; certains systèmes emploient des injecteurs genre Giffard, d'autres des trompes d'Alvergniat.

La soudure oxyhydrique coûte trois fois plus cher que la soudure oxyacétylénique. Donc, au point de vue de l'économie aussi bien que du travail, les procédés oxyacétyléniques paraissent les plus avantageux : parmi ceux-ci, il y a lieu de retenir les procédés produisant l'acétylène sur place sans pression sensible.

Une installation de soudure autogène oxyacétylénique comprend : un générateur, des chalumeaux, un détendeur pour la bouteille d'oxygène, des appareils de sûreté destinés à éviter le retour de l'oxygène sur le générateur.

Les usages de la soudure autogène sont nombreux et se multiplient tous les jours ; l'emploi en est tout indiqué dans les ateliers de chaudronnerie, tôlerie, constructions mécaniques, fonderie, tuyauterie, etc. Par exemple, dans les navires, lorsqu'il est difficile d'enlever certaines pièces, ce système permet d'exécuter sur place les réparations nécessaires. Une autre application intéressante est celle du découpage des tôles, grâce à une suroxydation artificielle du métal (5).

A. B.

Académie des Sciences.

Séance du 9 octobre 1905.

Astronomie. — *Observation de l'éclipse totale du 30 août 1905 à Alcosobre (Espagne)*. Note de M. J. JANSSEN.

L'auteur expose les résultats obtenus par la mission qu'il avait organisée. Ces résultats sont relatifs à l'ensemble de la marche du phénomène étudié au moyen de la photographie, à la forme et aux détails de la couronne et des protubérances, aux spectres des diverses enveloppes gazeuses du soleil et aux variations météorologiques produites par l'éclipse.

Astronomie physique. — I. — *Recherches spectroscopiques pendant l'éclipse du 30 août 1905 à Alcosobre*. Note de M. MILAN STEFANIK, présentée par M. J. JANSSEN.

II. — *Sur l'observation de l'éclipse totale du 30 août 1905 à Alcosobre*. Note de M. G. MILLOCHAU, présentée par M. J. JANSSEN.

III. — *Sur la lumière polarisée de la couronne solaire*. Note de M. J.-J. LANDERER, présentée par M. JANSSEN.

Dans les deux premières notes, les auteurs, qui faisaient partie de la mission Janssen, exposent en détail leurs résultats d'observations.

La première est relative à la spectroscopie de la couche renversante dans la région du spectre moins réfrangible que la raie C et à l'étude du spectre de la couronne et principalement de la raie verte.

La deuxième note traite de l'étude photographique dans la région lumineuse, surtout dans le rouge, le jaune et le vert, du spectre de la couche renversante et de la chromosphère ; de l'étude du spectre de la couronne dans la même région ; de recherches ana-

logues dans l'ultra-violet, et de photographies prises pendant la totalité avec des plaques sensibles au rouge, en utilisant seulement la lumière provenant des radiations rouges.

Dans la troisième note M. Landerer, astronome espagnol qui avait indiqué à M. Janssen la station d'Alcosobre comme la plus favorable aux observations en raison des conditions météorologiques, choix qui a été pleinement justifié, montre l'application qu'il a faite du photopolarimètre de Cornu à l'étude de la polarisation de la lumière coronale.

Physique du globe. — I. — *Sur le tremblement de terre ressenti le 8 septembre à Stromboli et sur l'état actuel de ce volcan*. Lettre de M. A. LACROIX.

M. A. Lacroix, qui s'est trouvé en Sicile au moment des récents tremblements de terre de la Calabre, où ils se sont fait ressentir aussi bien que dans les îles voisines, envoie à l'Académie quelques notes sur les phénomènes dont l'île de Stromboli a été le siège depuis plusieurs semaines.

Le tremblement de terre qui, le 8 septembre, a causé tant de désastres sur la côte de la Calabre, a été violemment ressenti à Stromboli, distante seulement d'une soixantaine de kilomètres de la région péninsulaire dévastée. A 2 heures 45 minutes du matin s'est produite une première secousse sussultoire et ondulatoire, suivie de petits mouvements ondulatoires très répétés, puis d'une dernière et très violente secousse ; d'après les renseignements recueillis, la durée du phénomène aurait été de 25 à 50 secondes. Depuis lors, plusieurs secousses faibles, mais appréciables sans le secours d'un instrument, ont été constatées par M. Renda, qui a noté exactement leur heure : le 9 septembre à 2 heures 14 minutes du soir, le 18 à 11 heures 15 minutes du matin et enfin le 23 à 1 heure 20 minutes et à 3 heures du matin.

Le tremblement de terre du 8 septembre a causé une grande terreur à la population de l'île. S'il n'y a pas eu mort d'homme, les dégâts matériels ont été importants. Peu de maisons sont restées absolument indemnes ; presque toutes sont plus ou moins fissurées ; quelques murs se sont écroulés. L'église de Saint-Bartolo et surtout celle de Saint-Vincenzo, constructions de plus grandes dimensions que les maisons d'habitation, qui sont à un étage, ont subi les plus fortes avaries. Le sémaphore est devenu inhabitable.

II. — *Sur les preuves directes de l'existence du contre-alizé*. — Note de MM. LAWRENCE ROTCH et LÉON TEISSERENC DE BORT, présentée par M. E. Mascart.

L'existence du contre-alizé ayant été mise en doute dans la région des Açores et des îles du Cap-Vert, des expériences directes ont été faites en pleine mer avec des cerfs-volants sondes et des ballons-pilotes.

Elles ont montré que dans la portion de l'Atlantique étudiée :

1° Les vents qui vont vers l'équateur sont compris entre le nord-ouest et l'est dans les régions basses, et généralement entre le nord-ouest et le nord-est au-dessus d'un millier de mètres ;

2° Au nord de Madère et vers les Açores, les vents supérieurs sont surtout ceux d'ouest et de nord-ouest, cette région étant ordinairement au nord du maximum barométrique océanique et en dehors de la zone des alizés ;

3° Les courants de retour de l'équateur ou contre-alizés se traduisent par des vents à composante sud, généralement sud-ouest à la latitude des Canaries, sud-est vers le Cap-Vert, accusant ainsi l'effet de la rotation terrestre.

Le contre-alizé, tel qu'il avait été admis par les météorologistes, existe donc réellement.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

AÉRONAUTIQUE

Les progrès de l'aviation par le vol plané. — Depuis quelque temps, les appareils plus lourds que l'air sont à l'ordre du jour dans le domaine de la navigation aérienne ; le perfectionnement et l'allègement des moteurs autorisent, en effet, jusqu'à un certain point, les espérances de réussite dans

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLII, n° 13, p. 206.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXXIV, n° 21 et 22.

(3) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 23, p. 414.

(4) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 42, p. 480.

(5) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 43, p. 249.

cette voie ; mais ce ne sera qu'au prix d'une longue expérimentation méthodique qui n'est qu'à ses débuts.

Le capitaine FERBER vient d'établir, dans la *Revue d'Artillerie*, du mois d'août, le bilan de l'aviation dont il est un des principaux protagonistes en France. Il prend comme point de départ Lilienthal, dont il expose la méthode et les conclusions à tirer de ses expériences. Ce préambule conduit l'auteur à examiner les trois classes de machines volantes : orthoptères, hélicoptères, aéroplanes. C'est ce dernier genre d'appareils qui se prête le mieux aux expériences préliminaires dont le premier but est de faire l'éducation de l'homme dans la pratique du vol aérien, comme le montrent les essais des frères Wright et de M. Chanute, en Amérique, et tout récemment, en France, de quelques expérimentateurs, parmi lesquels MM. Archdeacon, Voisin, Esnault-Peltre, les sergents du Génie Paulhan et Peyret, M. Solivène, MM. Berget et Gardet, Bazin, Robart, Levavasseur, Roux et le capitaine Ferber lui-même.

Après avoir rendu compte des résultats du concours d'aviation de 1905, à la Galerie des Machines, l'auteur indique les conditions que doivent remplir les appareils de départ et termine par l'exposé de ses propres travaux méthodiquement poursuivis.

CHEMINS DE FER

Vérification définitive de l'axe du tunnel du Simplon. — Au lendemain de la rencontre des galeries nord et sud du Simplon, le *Génie Civil* a publié (*) des coupes du tunnel au point de jonction, d'après les relevés provisoires de M. le professeur ROSENUND. Celui-ci donne aujourd'hui, dans le *Bulletin technique de la Suisse romande*, du 10 octobre, les résultats de la vérification définitive exécutée le 15 août, par M. Gassmann, Ingénieur du bureau topographique fédéral. Voici les chiffres relevés :

Écart latéral des axes au point de rencontre . . .	0 ^m 202
— dans le nivellement des axes	0 ^m 087
— dans la longueur du tunnel	0 ^m 79

La longueur mesurée est de 19 755^m 52 ; la triangulation avait fait prévoir une longueur de 19 756^m 31.

Il n'a pas fallu moins de dix-neuf heures pour vérifier l'écart des axes, car, vers le milieu du tunnel, la buée produite par l'eau chaude ruisselant du faite de la galerie rendait impossibles les visées à grande distance.

Voiture automotrice Pickersgill-Cochran, pour les chemins de fer écossais. — L'*Engineering*, du 25 août, donne quelques renseignements sur la voiture automotrice Pickersgill-Cochran, adoptée pour le service de la Compagnie du Great North of Scotland Railway, et décrit plus spécialement sa chaudière.

La voiture est portée par deux bogies ; elle peut contenir 45 voyageurs.

La chaudière, rappelant le type Cochran, bien connu, a la forme d'un ellipsoïde de révolution dont l'axe est vertical. Le foyer, en tôle emboutie, est hémisphérique et sans joint ; il est situé au-dessous des tubes de fumée.

Cette voiture a marché aux essais à une vitesse de 96 kilom. à l'heure. Elle peut traîner, avec une vitesse de 48 kilom. à l'heure, deux voitures ordinaires à voyageurs chargées.

CONSTRUCTIONS CIVILES

L'aquarium de la station biologique d'Héligoland. — Il existe dans l'île allemande d'Héligoland une importante station biologique et zoologique qui a été récemment complétée, grâce à la munificence d'un particulier, par un vaste aquarium à deux étages, dont le *Zentralbl. der Bauverw.* donne des vues et des plans dans son numéro du 16 septembre.

Le rez-de-chaussée, accessible au public, est éclairé par une cour intérieure vitrée, tandis que les aquariums, installés le long des murs, reçoivent de la lumière directe par derrière. Les laboratoires sont situés au premier étage ; au-dessus est un réservoir d'eau. D'autres réservoirs, pour l'eau de mer et pour l'eau douce, ainsi que des filtres et des pompes de circulation, sont installés à la partie inférieure du pavillon. L'escalier occupe une cage carrée, qui s'élève en dehors de la toiture du bâtiment principal.

En raison de la situation de cet édifice tout au

bord de la mer, on a dû daller le sous-sol avec un radier de béton très épais et renforcer la base des murs.

On trouve au cours de la description qu'en fait M. DANKWARDT, dans le journal précité, les détails concernant la construction et la décoration céramique de cet aquarium, qui a coûté 82 000 marks, tout aménagé.

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Détermination des proportions des constituants du béton. — M. C. SANKEY étudie, dans l'*Engineering*, du 1^{er} septembre, les proportions de ciment, de sable, de cailloux et d'eau à employer pour la fabrication du béton. Il estime qu'il faut, pour répondre aux conditions de résistance nécessaires du béton et de prix minimum, adopter les règles suivantes :

Choisir les cailloux répondant le mieux à l'emploi du béton, ce qui est ordinairement facile ; déterminer la proportion de leurs vides en tenant compte du sable qui pourrait s'y trouver mêlé et de l'eau absorbée par les cailloux ; ajouter aux cailloux une quantité de mortier égale à 120 % du volume des vides. Ce mortier doit être d'une qualité définie par la résistance que doit offrir le béton. Un excès de mortier sur cette proportion n'augmenterait la résistance du béton que dans le cas exceptionnel où la résistance des cailloux est inférieure à celle du mortier.

Pour déterminer la composition du mortier à employer, l'auteur donne un graphique des résistances à l'écrasement de mortiers composés d'une partie de ciment pour une à six parties de sable.

Un second graphique permet de trouver immédiatement les volumes d'eau, de sable et de ciment nécessaires pour fabriquer l'unité de volume de mortier renfermant de 1 à 5 de sable pour 1 de ciment.

L'auteur donne aussi un tableau des résistances à l'écrasement des différentes pierres et des différents mortiers.

Il montre, d'après cette façon de déterminer les constituants du béton, que la manière ordinaire de spécifier la composition du béton sous la forme x de cailloux pour 1 de ciment n'indique une composition bien définie que si l'on fixe en même temps le pourcentage des vides des cailloux. Il termine en décrivant une méthode pour la détermination des vides.

MÉTALLURGIE

Sur la fragilité des aciers doux cimentés. — On a attribué jusqu'ici la cause de la fragilité des aciers doux cimentés au traitement thermique que subissent les pièces pendant la cémentation, dont l'effet se manifeste principalement par l'augmentation plus ou moins grande des polyèdres de ferrite. L'expérience ayant montré à M. J. LECARME que l'action de la chaleur était, au contraire, secondaire, ce métallurgiste a entrepris une série d'essais, dont il résume les principaux dans la *Revue de Métallurgie*, de juillet.

Ces essais démontreraient : 1° que le traitement thermique, qui accompagne la cémentation, a pour effet de détruire en partie les qualités que l'acier doux avait acquises au laminage, forgeage, etc., mais sans le rendre cassant ; 2° que la fragilité due à la cémentation est produite par une transformation d'ordre chimique du noyau doux, laquelle a lieu en même temps que la cémentation superficielle de l'acier ; 3° que cette transformation donne aux aciers doux de diverses provenances une fragilité très variable, bien que ces aciers soient d'une composition chimique très voisine, et aient des propriétés mécaniques analogues.

L'auteur est conduit à formuler les conclusions suivantes :

1° La fragilité des aciers doux cimentés ne provient pas du recuit qui accompagne la cémentation ; 2° la cémentation superficielle au carbone est accompagnée d'une transformation chimique du centre métal, qui paraît homogène pour toute la masse. Le nouveau métal produit, traité par la méthode ordinaire, c'est-à-dire simplement trempé vers 800 degrés, devient fragile par cette opération ; 3° par un traitement thermique et une trempe appropriés, il est possible de supprimer en partie la fragilité sans nuire à la dureté de la couche superficielle. On obtient alors au centre de la pièce une texture fibreuse, sauf pour les aciers qui se trouvent sur la limite de deux groupes, et auxquels il est très difficile de rendre les qualités qu'ils possédaient primi-

tivement s'ils sont cimentés assez profondément.

M. H. LE CHATELIER fait remarquer, dans une note qui suit le travail de M. Lecarme, que les affirmations de l'auteur, dont l'expérience industrielle ne permet pas de négliger les assertions, ne sont appuyées sur aucune preuve expérimentale bien précise, et que la publication de son étude a surtout pour objet de provoquer de nouvelles recherches de la part d'expérimentateurs dégagés de toute préoccupation industrielle.

MINES

Magasin à dynamite souterrain, et appareil à dégeler électriquement les cartouches. — Dans certaines mines, on trouve avantageux, à cause de la petite quantité d'explosifs employée, et de la dispersion des chantiers, de remettre aux mineurs les explosifs par boîtes d'un certain nombre de charges. D'autres fois, on installe en sous-sol un magasin central à dynamite.

L'*Engineering and Mining*, du 19 août, publie des extraits d'un mémoire, présenté par M. W. KELLY au Lake Superior Mining Institute, et dans lequel l'auteur décrit le magasin de la mine Republic (Michigan), ainsi qu'un appareil pour dégeler électriquement les cartouches.

Le magasin est à 350 mètres au-dessous du sol, dans une excavation formée par une galerie abandonnée ; il est limité par deux murs en pierre, avec une porte en tôle.

Il contient des tablettes à explosifs en bois et en tôle, l'appareil à dégeler, un banc et un pupitre. Les explosifs sont distribués chaque jour, au plus par dix boîtes à la fois. Ils sont amenés au magasin sur un wagonnet spécial, et le magasin ne renferme jamais plus de douze boîtes à la fois.

En été, la température du magasin est de 12 degrés, et comme la dynamite ne se congèle qu'à 6 degrés environ, le dégel ne sert qu'en hiver.

L'appareil à dégeler consiste en une boîte en bois s'ouvrant par le côté, mesurant 1^m 10 de longueur, 0^m 40 de largeur, 0^m 70 de hauteur, et contenant, à la partie inférieure, les fils électriques qui servent au chauffage, et qui sont établis avec de grandes précautions pour éviter tout échauffement anormal. Ces fils sont surmontés d'une plaque de métal empêchant la chute, sur les fils, de matières pouvant produire des courts-circuits. Au-dessus de cette plaque se trouvent huit tablettes en bois, munies d'ouvertures pour laisser passer l'air chaud, et servant à déposer les charges.

Pendant les cinq premières minutes, la température de la boîte s'élève de 17 degrés ; pendant les cinq minutes suivantes, de 11 degrés ; puis de 7 degrés, et ainsi de suite, en diminuant, jusqu'à ce qu'on ait atteint un maximum de 77 degrés, pour lequel le refroidissement par rayonnement égale l'échauffement.

Le courant employé est du triphasé à 110 volts, de 9 à 10 ampères au début, puis de 5 ampères quand la température est plus élevée. Le prix de revient de l'opération est de 0 fr. 115 l'heure, et une à deux heures suffisent pour dégeler les deux cents cartouches de dynamite contenues dans la boîte, suivant le degré de congélation.

Le laboratoire d'électricité de l'École des Mines. — M. ROBERTOR, chef des travaux pratiques d'électricité à l'École nationale supérieure des Mines, décrit, dans les *Annales des Mines*, de mai, le laboratoire d'électricité qui a été installé à cette École en 1902. Cette installation comprend deux laboratoires de mesures électriques, une salle de photométrie et une salle d'essais de machines.

Après avoir énuméré les appareils dont disposent les élèves dans chacun de ces laboratoires, l'auteur donne un programme des travaux pratiques d'électricité de l'année préparatoire, tel qu'il est affiché dans la salle des mesures ; il indique également, sans entrer dans les détails, le programme des travaux pratiques des élèves de deuxième et de troisième année.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Développement de l'éclairage à l'acétylène aux États-Unis. — L'*Engineering News*, du 24 août, résume une communication faite sur ce sujet par M. J. MOREHEAD à la Western Gas Light Association. L'auteur fait l'historique de l'acétylène et des carbures métalliques ; il décrit les propriétés de ces derniers et étudie plus spécialement le carbure de calcium. Après avoir exposé les propriétés phy-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 20, p. 324.

siques et chimiques de l'acétylène, il passe à sa production par le carbure de calcium; il indique les réactions qui se produisent ainsi que les rendements théoriques et pratiques. Il passe en revue les différents générateurs en usage et les groupe en deux catégories : ceux dans lesquels le carbure est ajouté à l'eau et ceux dans lesquels l'eau tombe sur le carbure. L'auteur discute la valeur respective de ces deux systèmes et montre dans quels cas on doit employer chacun d'eux. Il signale la grande quantité de chaleur dégagée pendant les réactions comme une des causes principales des échecs de différents appareils et indique les principaux moyens employés pour combattre ce dégagement de chaleur.

L'acétylène est encore peu employé pour le chauffage, la force motrice et l'enrichissement du gaz à l'eau ou du gaz d'éclairage ordinaire. Les applications qui présentent, jusqu'ici, un réel intérêt, résident dans l'éclairage des immeubles isolés ou des agglomérations de peu d'importance.

L'auteur étudie les brûleurs en usage et montre la nécessité d'adopter des types spéciaux pour brûler ce gaz si riche en carbone et obtenu sous une pression relativement élevée.

Si l'on fait abstraction des frais généraux, les exploitations d'éclairage par l'acétylène présentent un caractère tout spécial consistant dans la constance du prix de revient du mètre cube, quelle que soit la quantité produite. Cette raison, jointe aux difficultés rencontrées dans l'emploi de l'acétylène pour le chauffage et la force motrice, explique, en grande partie, la localisation aux petits pays, des distributions d'acétylène. En Amérique, comme presque partout ailleurs, les villes de moins de 4000 habitants ayant une usine à gaz sont assez rares, c'est donc dans ces localités que se développe l'éclairage à l'acétylène.

Pour diminuer les frais de construction, on a essayé d'employer, dans ces petites usines, des générateurs autorégulateurs; généralement on a dû les abandonner et recourir aux gazomètres.

Le nombre des villes américaines s'éclairant à l'acétylène a d'abord augmenté très lentement, mais il semble que, depuis quelques années, l'accroissement soit assez rapide. D'après l'auteur, en 1898, on en comptait seulement quatre; en 1900, on en trouve trente et, en 1904, plus de deux cents. A ces installations, on peut ajouter plus de 80 000 installations particulières disposant chacune de 10 à 200 brûleurs.

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

Essais au feu de poutres en béton armé. — Suivant certains Ingénieurs, la résistance au feu du béton armé dépendrait non pas tant du type d'armature adopté, mais plutôt de la résistance du béton lui-même dont la désagrégation aurait pour effet d'exposer plus ou moins vite et plus ou moins complètement le métal au feu; sa conductibilité à cet égard jouerait un rôle important.

L'Engineering News, du 3 août, publie un rapport présenté à la réunion annuelle de la National Fire Protection Association au sujet d'essais de résistance des poutres en béton armé inspirés de cette théorie. Des poutres de 1^m 80 x 0^m 20 x 0^m 28 fabriquées avec onze sortes différentes de béton ont été essayées après 45-48 jours de fabrication. Elles étaient disposées deux par deux à la partie supérieure d'un four à gaz, et des thermomètres indiquaient la température du four et des armatures des poutres. Celles-ci étaient exposées pendant trois heures à une température de 1000 à 1100 degrés puis refroidies à l'air.

Les armatures recouvertes de 0^m 025 de béton atteignaient la température de 410 degrés, à laquelle leur résistance est altérée dans la proportion de 25 % en cinquante-neuf minutes en moyenne pour les onze échantillons. La même température a été atteinte par les armatures recouvertes de 0^m 05 en deux heures vingt, de 0^m 076 en deux heures et demie. Les poutres n'avaient pas de fissures, mais le béton était très affaibli, surtout dans les parties exposées au feu jusqu'à 0^m 10 de profondeur. Les différentes sortes de béton se sont comportées à peu près de la même façon; la résistance augmente un peu avec la proportion de ciment.

L'auteur signale les phénomènes produits pendant les essais (léger production de vapeur sur les poutres à 100 degrés, fléchissements, allongements) et signale les enseignements tirés de ces essais pour les constructions en béton armé.

Il termine par quelques considérations sur la résistance au feu des blocs de béton creux.

TÉLÉGRAPHIE

Télautographe, système Gruhn. — Le *Praktische Maschinen Konstrukteur*, du 12 octobre, donne la description et les croquis d'un nouveau type de télautographe, inventé par M. Karl Gruhn; cet appareil se monte sur les lignes téléphoniques et fonctionne avec un courant minime.

Le transmetteur comprend une tablette sur laquelle l'expéditeur écrit le message avec un crayon spécial. Les mouvements du crayon sont transmis, par des leviers articulés, à des plots de contact qui agissent sur les résistances d'un pont, et les modifient à chaque nouvelle position du crayon. Le courant lancé dans la ligne varie d'une manière correspondante aux variations de résistance du pont.

Ces variations de courant influencent, dans l'appareil récepteur, deux miroirs sur lesquels se réfléchit successivement le rayon lumineux projeté par une source punctiforme sur une bande de papier photographique très sensible.

La combinaison des mouvements de ces deux miroirs, montés chacun sur une armature métallique dont l'orientation dépend à chaque moment de l'intensité du courant dans les bobines qui l'entourent, est telle que la trace du rayon lumineux sur la bande de papier se déplace suivant les mêmes sinuosités que la pointe du crayon sur le pupitre du transmetteur.

Le papier, impressionné ainsi suivant une ligne qui reproduit le message, passe aussitôt dans des bains révélateur et fixateur, sous l'action d'un mécanisme qui déroule la bande, et sort de l'appareil en présentant le fac-similé de l'écriture de l'expéditeur.

Le transmetteur et le récepteur sont réunis dans une même boîte portative, et presque toutes les pièces sont renfermées dans l'intérieur, à l'abri des détériorations. On peut faire fonctionner ce télautographe sur une ligne téléphonique en service (de même qu'on peut, avec les précautions utiles, y téléphoner et téléphoner en même temps) de sorte que son emploi n'exclut nullement la possibilité de téléphoner quand on le préfère.

Ouvrages récemment parus.

Calcul et construction des machines dynamo-électriques, par SILVANUS P. THOMPSON; traduction et adaptation de l'anglais, par E. BOISTEL. — Un volume in-8° de 274 pages, avec 100 figures. — Béranger, éditeur, Paris, 1905. — Prix : relié, 15 francs.

La construction de la dynamo est un art qui demande une certaine expérience; sans doute elle repose sur des principes scientifiques bien définis, mais on n'est pas encore arrivé à établir une dynamo d'après de simples règles; il y faut, de plus, une connaissance de la mécanique, une habitude des meilleurs types fonctionnant actuellement, et une appréciation raisonnée de leur supériorité, pour créer de nouvelles dynamos supérieures à celles en service.

Dans cet ouvrage, qui complète son classique *Traité théorique et pratique des machines dynamo-électriques*, M. Thompson a voulu s'adresser non plus seulement aux constructeurs et aux chefs d'usines chargés d'installer et de conduire les dynamos, mais à un public plus étendu, celui qui, après avoir passé par les écoles industrielles si nombreuses aujourd'hui, est capable de s'intéresser à l'étude des machines, même sans en avoir un besoin immédiat, grâce à l'enseignement technique qui lui permet d'aborder des traités comme celui-ci.

L'objet immédiat de ce volume est de développer les règles pratiques de construction adoptées dans ces dernières années pour les dynamos à courant continu seulement, et encore en laissant de côté certains modèles spéciaux. L'auteur n'aborde pas, d'ailleurs, la théorie de l'enroulement des induits.

Il détermine, d'abord, avec un exemple à l'appui, la force magnétomotrice nécessaire à l'excitation, puis il calcule les enroulements et donne les manières pratiques de faire le bobinage; il évalue les pertes dans le fer et dans le cuivre, celles par commutation, par frottements et résistance de l'air, celle due à l'excitation; étudie la régulation du champ; enfin, dresse le projet complet, méthodiquement exposé, d'une dynamo définie par la vitesse angulaire à laquelle elle doit tourner. C'est, en effet, la

condition pratique que l'on se pose généralement aujourd'hui dans l'étude d'une installation future.

Dans le dernier chapitre sont réunis, à titre de comparaison, de nombreux exemples de dynamos très diverses construites par les principales maisons d'Europe et des États-Unis.

The Modern Asphalt Pavement (Le pavage en asphalte), par CLIFFORD RICHARDSON, Directeur du Laboratoire d'essais de Long Island City (État de New-York). — Un volume in-8° de 580 pages, avec 32 figures. — John Wiley and Sons, New-York, et Chapman et Hall Ltd, Londres, éditeurs, 1905. — Prix : relié, 3 dollars.

Le but de l'auteur, dans cet ouvrage, est d'exposer en détail l'état actuel de nos connaissances sur le pavage en asphalte et sur tout ce qui s'y rattache, d'en faire voir les défauts, et d'indiquer les moyens d'y remédier. L'auteur, dont l'expérience en matière de voirie date de plus de dix-sept ans, et qui a eu à s'occuper de cette question dans plus d'une centaine de villes aux États-Unis, estime que ceux qui sont chargés de la pose et surtout de l'entretien de ces pavages sont souvent ignorants des propriétés des matériaux en usage et des conditions dans lesquelles ces travaux doivent être exécutés; d'où des mécomptes qui, à tort, sont attribués au système.

Il expose donc les procédés de construction qui ont été reconnus les meilleurs par l'expérience, la nature et les propriétés des matériaux utilisés, et les méthodes de recherches les plus minutieuses employées dans les laboratoires industriels, ainsi que les raisons qui ont conduit à leur adoption; ces renseignements permettent aux Ingénieurs responsables, chargés de la réception des travaux, de reconnaître la nature des matériaux employés et la qualité du travail.

Les spécifications introduites dans les cahiers des charges pour répondre à des besoins déterminés, et les causes de détériorations plus particulières à chacun de ces cas, sont passées en revue.

L'ouvrage comprend les parties suivantes : chape et couche intermédiaire; étude des matériaux entrant dans la composition de la couche supérieure; étude des bitumes pour pavage; technologie de l'industrie du pavage (raffinage, criblage, mélange); travail de la rue; propriétés physiques de la couche asphaltée; spécifications, causes des défauts et détériorations; contrôle du travail (prises d'échantillons, analyses physique et chimique, dissolvants, organisation d'un laboratoire de contrôle). Cette dernière partie, une des plus importantes, comprend 63 pages.

L'ouvrage se termine par un index alphabétique des questions traitées.

Trazione a vapore sulle ferrovie ordinarie (Traction à vapeur sur voie normale), par G. OTTONE. — Un volume in-8° de 463 pages, avec 88 figures. — Ulrico Hoepli, éditeur, Milan, 1905. — Prix : relié, 4,50 lire.

Ce manuel de la collection Hoepli traite le problème de la traction à vapeur au point de vue général; c'est un résumé des connaissances actuelles sur cette question.

Il comprend douze chapitres qui peuvent être groupés en quatre parties :

1^{re} Travail de la locomotive, résistance à la traction, charges que peut remorquer une machine. Classification des types de locomotives en usage sur les principaux réseaux, emploi des machines compound et leurs avantages;

2^{re} Répartition du poids de la locomotive sur les essieux; mouvements perturbateurs; freins; distribution de vapeur; détermination des contre-poids. L'étude graphique des phases de la distribution est suivie du calcul de la puissance et du rendement pour des pressions et des détente variables;

3^{re} Combustibles, lubrifiants, eaux d'alimentation. Méthodes de détermination du pouvoir calorifique par la bombe calorimétrique de Mahler;

4^{re} Services de traction, signaux et horaires.

Dans un appendice sont résumés les règlements régissant le service de la traction en Italie.

Le Gérant : H. AVOIRON.

LE GÉNIE CIVIL

REVUE GÉNÉRALE HEBDOMADAIRE DES INDUSTRIES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

Prix de l'abonnement par an. — Paris : 36 francs; — Départements : 38 francs; — Étranger et Colonies : 45 francs. — Le numéro : 1 franc.

Administration et Rédaction : 6, rue de la Chaussée-d'Antin, Paris.

SOMMAIRE. — **Chemins de fer** : Locomotive compound à marchandises à deux bogies moteurs, du Chemin de fer du Nord (*planche XXVI*), p. 417; F. BARBIER. — **Mines** : Nouvelles expériences sur les lampes de sûreté faites à la station d'essais de Frameries (Belgique) (*suite et fin*), p. 420; H. SCHMENER. — **Physique industrielle** : Étude sur un type de locomobile demi-fixe compound avec double surchauffe, p. 423; Ch. DANTIN. — **Mécanique** : Amortisseur pneumatique pour voitures, système Bernard et Patoureau, p. 426; Henri MAMY. — **Variétés** : Chasse-neige automoteur du chemin de

fer électrique de Saint-Gall à Trogen (Suisse), p. 428; — Action du radium sur le diamant, p. 428; — Le dégraissage de la laine par le silicate de soude, p. 429; — Cribles de la distribution d'eau de Newark (New-Jersey, États-Unis), p. 429.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES : Académie des Sciences (16 octobre 1905), p. 430.

BIBLIOGRAPHIE : Revue des principales publications techniques, p. 430; — Ouvrages récemment parus, p. 432.

Planche XXVI : Locomotive compound à deux bogies moteurs, du Chemin de fer du Nord.

CHEMINS DE FER

LOCOMOTIVE COMPOUND A MARCHANDISES

à deux bogies moteurs, du Chemin de fer du Nord.

(*Planche XXVI*.)

Le transport des houilles et du coke constitue le trafic le plus important de la Compagnie du Chemin de fer du Nord. Des trains complets de combustibles partent journellement des houillères du Nord

gnant 12 millimètres, qu'on rencontre dans les trajets de Busigny ou de Valenciennes à Hirson, il est nécessaire de couper en deux les trains, les locomotives précitées ne pouvant remorquer, sur ces profils respectifs, que 490 et 600 tonnes. Il en résulte une sujétion pour l'exploitation et une augmentation des frais de traction.

Il convenait de remédier à ces inconvénients par l'emploi de machines nouvelles, plus puissantes, remorquant les trains de 950 tonnes, sans rompre charge, entre Lens et Hirson. Les deux éléments du travail fourni par ces locomotives, vitesse et effort de traction, seraient successivement mis à contribution sur les deux sections de la ligne : vitesse de 50 à 60 kilom. à l'heure et effort de traction relativement

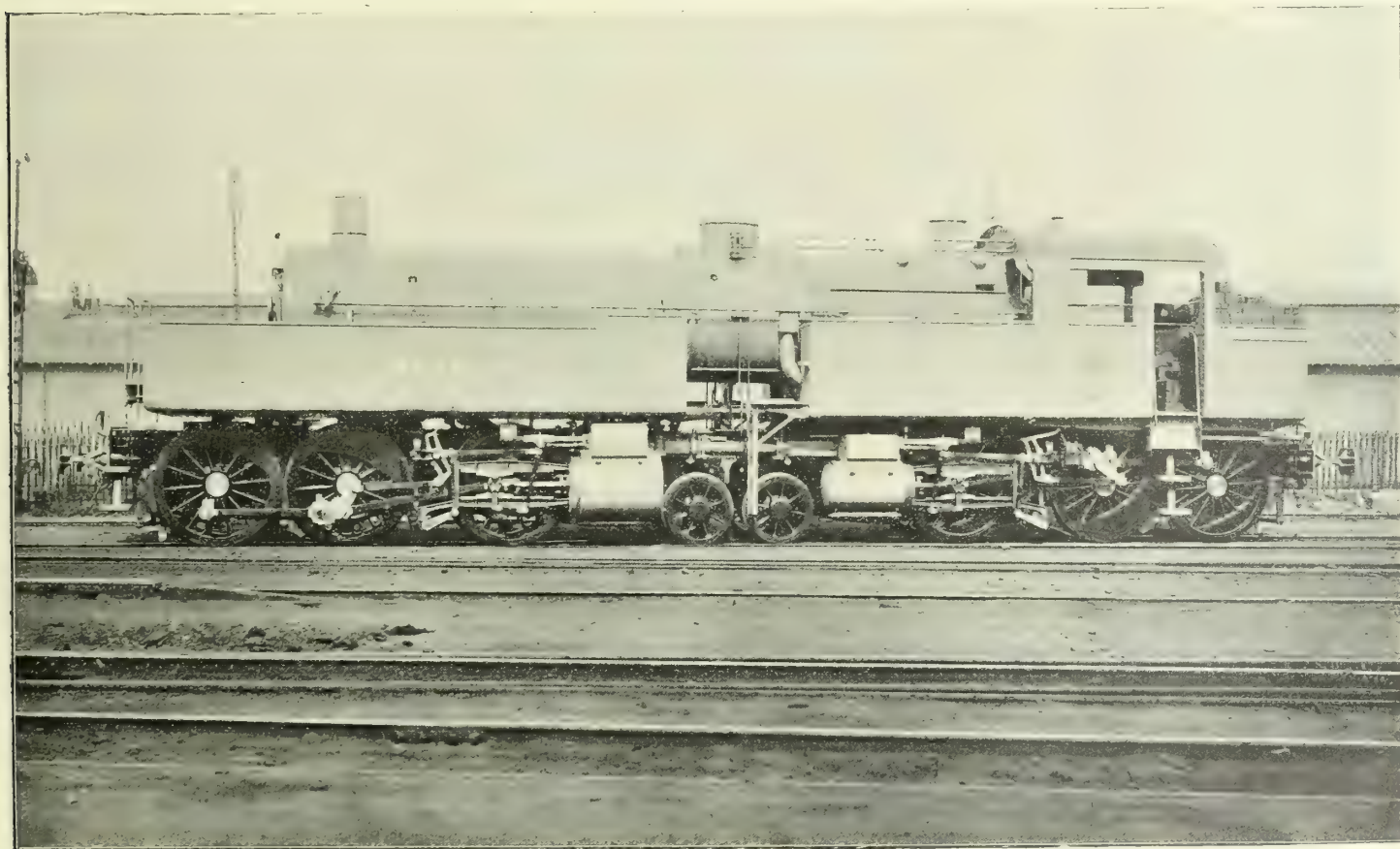


FIG. 1. — LOCOMOTIVE COMPOUND A DEUX BOGIES MOTEURS, DE LA COMPAGNIE DU NORD.

et du Pas-de-Calais, principalement à destination de Paris, via Lens-la Chapelle, et de la région de l'Est, via Lens-Busigny-Hirson ou Lens-Valenciennes-Hirson.

Sur les lignes de Lens à la Chapelle et de Lens à Busigny ou à Valenciennes, dont les courbes sont à grands rayons et les déclivités ne dépassent pas 6 millimètres par mètre, les trains, du poids de 950 tonnes, sont actuellement remorqués par des locomotives compound à six roues accouplées de 1^m 750 de diamètre. Ces machines ont permis de créer un service rapide de lourds convois qui peuvent, notamment sur la ligne de Lens à la Chapelle, à profil relativement facile, il est vrai, franchir la distance de 230 kilom., séparant les points extrêmes, en six heures et demie. Mais sur les fortes rampes, attei-

peu élevé sur le profil assez facile de Lens à Busigny ou Valenciennes; grand effort de traction et allure de 18 à 20 kilom. à l'heure, sur les fortes rampes du tronçon Busigny ou Valenciennes à Hirson. Tel est le programme auquel devait satisfaire le nouveau type de locomotive étudié et construit par la Compagnie du Nord, sous la direction de M. l'Ingénieur en chef du Bousquet.

DESCRIPTION GÉNÉRALE. — Étant donnée la grande puissance et, par suite, le poids inusité qu'atteindrait cette machine, il importait de la faire reposer sur huit essieux au moins, comme l'ont montré les calculs préliminaires, pour que la charge par essieu et la répartition du poids total par mètre courant de voie fussent convenablement

déterminés. D'autre part, la valeur de l'effort de traction à produire, envisagé dans son rapport avec l'adhérence minimum, conduit à fixer | mort supplémentaire qu'entraînerait l'adjonction d'un tender, la machine porte ses approvisionnements, lesquels sont constitués par

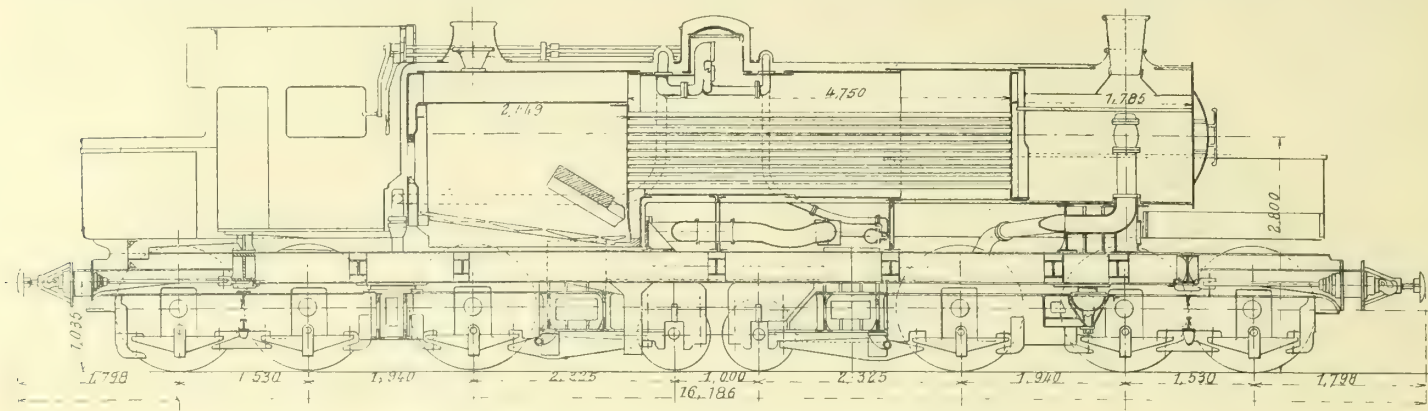


FIG. 2. — Coupe schématique par l'axe principal de la locomotive.

à six le nombre des essieux moteurs. Placés sous un même châssis, ils eussent conduit à un empattement rigide trop considérable : la machine aurait manqué de souplesse dans les courbes de la voie ou elle n'aurait pu s'y inscrire, à moins de recourir à des artifices ou à des dispositifs cinématiques assez compliqués, comme celui du système Hagans, appliqué à certaines locomotives allemandes. Les essieux furent donc répartis en deux groupes indépendants, comprenant chacun trois essieux accouplés et un essieu porteur, et formant bogies articulés sur lesquels repose la chaudière. La machine peut ainsi circuler dans des courbes de 90 mètres de rayon.

Sa vitesse pouvant atteindre, sur les profils faciles, des valeurs assez élevées, jusqu'à 75 et 80 kilom. à l'heure, il convenait de ne pas trop réduire le diamètre des roues motrices, quoiqu'il fût nécessaire, cependant, de prévoir la nécessité de développer, sur les fortes rampes, un grand effort tangentiel. On s'est arrêté au diamètre de 1^m 455.

L'application du principe compound s'imposait ici, en raison des avantages économiques qu'il présente dans l'utilisation de la vapeur, particulièrement pour les machines à marchandises. Comme dans les locomotives articulées du système Mallet (1), les deux cylindres extérieurs de haute pression sont fixés au châssis d'arrière et les deux cylindres extérieurs de basse pression, au truck d'avant.

Afin d'augmenter la charge d'adhérence et de supprimer le poids

5 tonnes de combustible et 12 mètres cubes d'eau. Dans ces conditions, le poids total, en ordre de marche, atteint 102 tonnes. A vide, il est d'environ 80 tonnes. Le poids utilisé pour l'adhérence est de 72 tonnes au minimum, c'est-à-dire lorsque les approvisionnements sont complètement épuisés. L'effort théorique de traction, en compound, étant de 18 607 kilogr., il en résulte que, dans le cas le plus défavorable — jamais atteint dans la pratique — le coefficient d'adhérence serait encore de $\frac{1}{3,87}$.

La figure 1 montre cette machine en ordre de marche, les figures 2 à 4 et la planche XXVI en donnent les plans d'ensemble.

La chaudière et les parties attenantes reposent sur les deux trucks par l'intermédiaire d'un châssis, formé essentiellement d'une poutre centrale, en tôle et cornières, qui s'évase à ses extrémités pour recevoir les traverses portant les appareils de choc et de traction. Cette poutre s'appuie sur le bogie d'arrière, lequel ne peut prendre que des déplacements angulaires horizontaux, par l'intermédiaire d'un pivot plan, et sur celui d'avant, par un pivot sphérique, qui donne à l'avant-train la faculté de se déplacer d'une manière quelconque et absolument indépendante, par rapport à l'arrière-train et à la superstructure de la machine. Cette disposition laisse une grande liberté d'allure à la locomotive, notamment à l'entrée et à la sortie des courbes

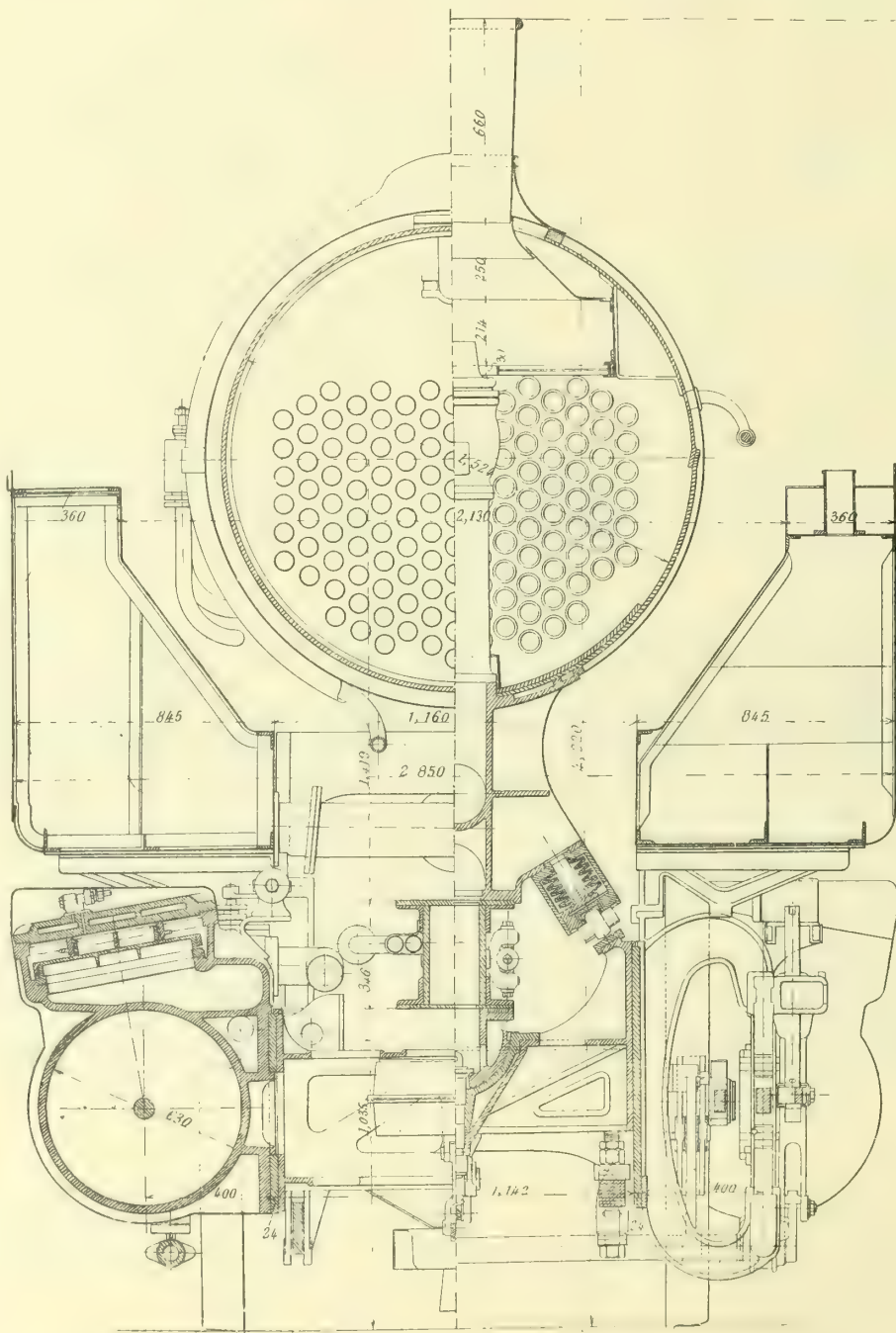


FIG. 3. — Demi coupe par un cylindre B. P. et demi-coupe par le pivot d'avant.

ou sur les voies qui présentent des dénivellations. L'abri du mécanicien est vaste, bien éclairé et bien aéré.

(1) Voir le *Genie Civil*, t. X n° 8; t. XXI, n° 44; t. XXXVIII, n° 40, et t. XLVI, n° 44.

LOCOMOTIVE COMPOUND A MARCHANDISES, A DE

Fig. 1

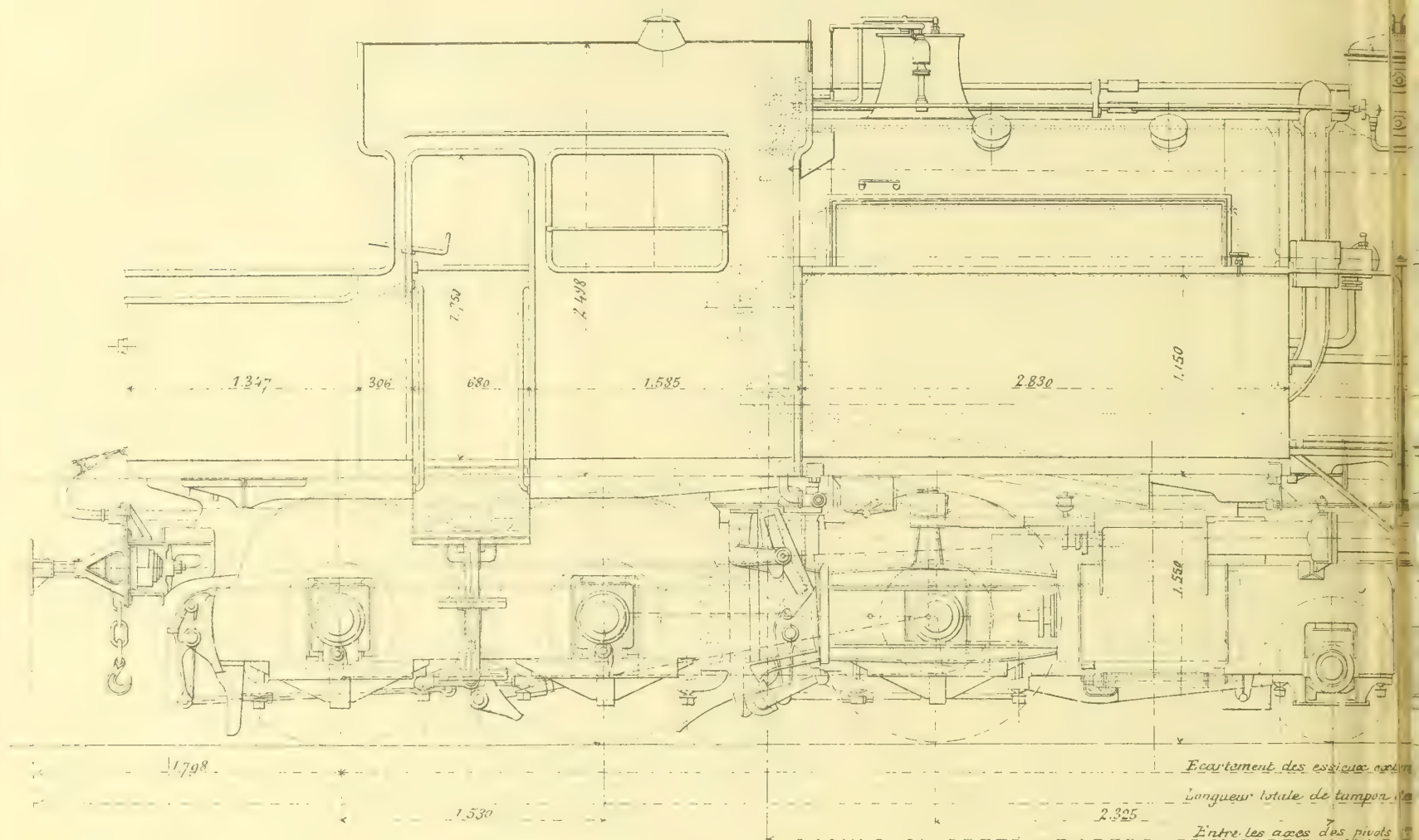
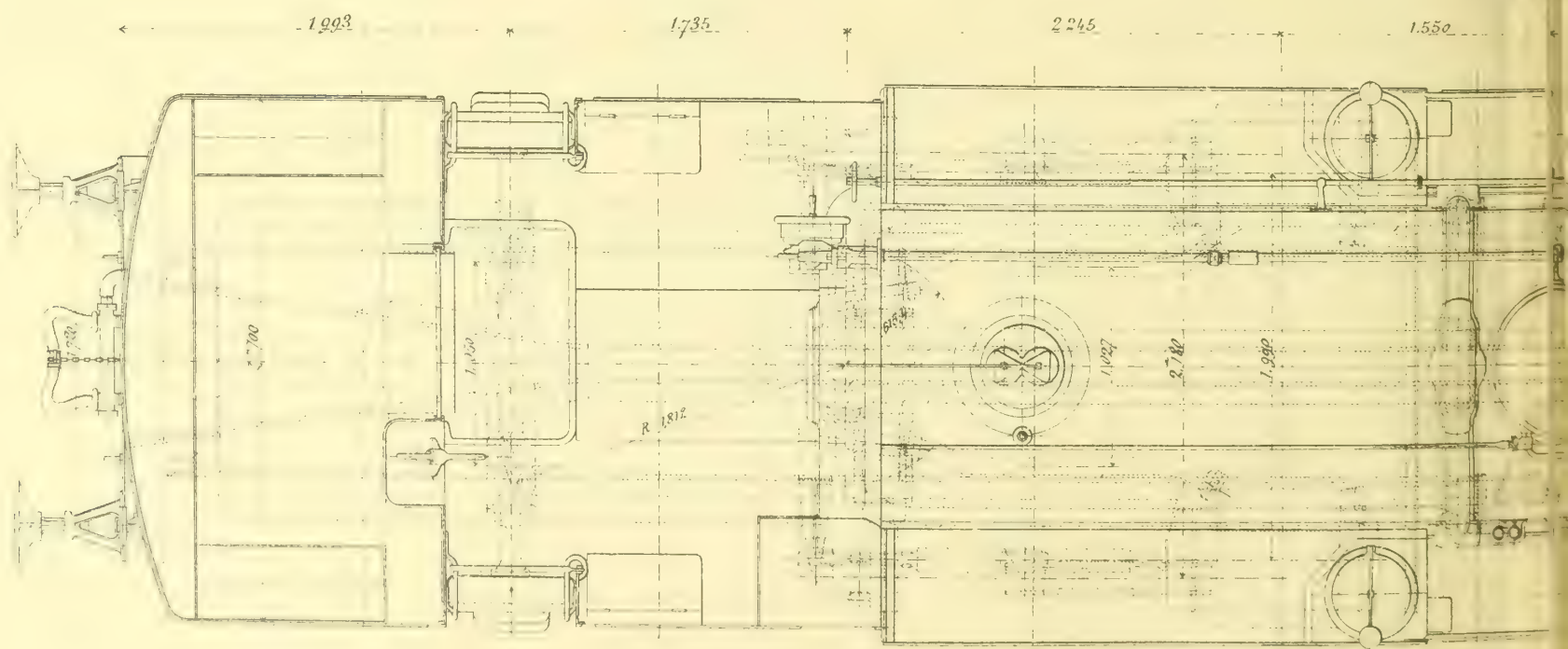
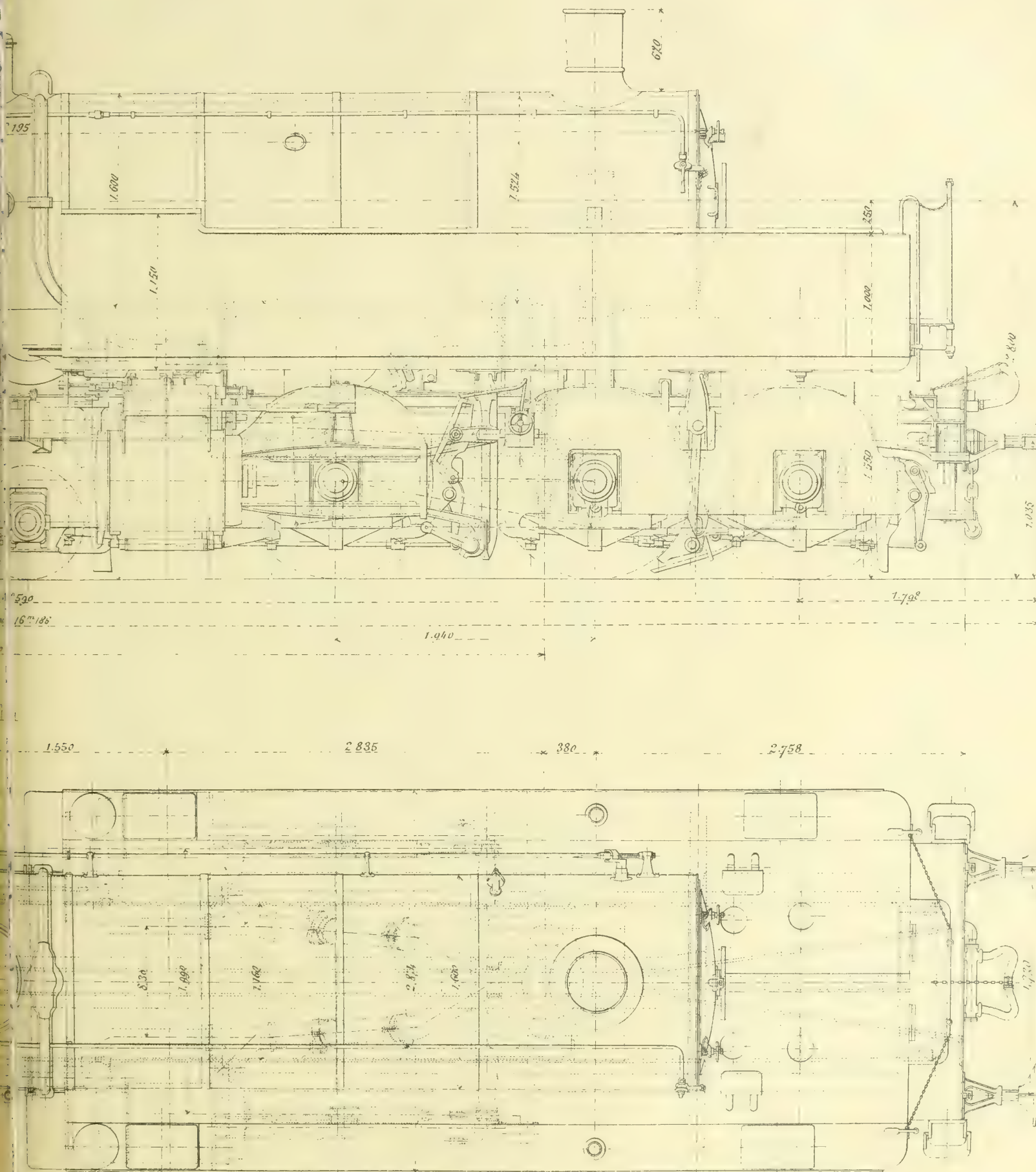


Fig. 2



BOGIES MOTEURS, DU CHEMIN DE FER DU NORD

tion



Conditions d'établissement. — Les dimensions et données principales relatives à cette machine sont indiquées dans le tableau suivant :

Timbre de la chaudière	kilogr.	16,00
Capacité totale de la chaudière	mètres cubes.	8,02
Surface de grille	mètres carrés.	3,00
— de chauffe { du foyer	—	11,99
— des tubes	—	232,56
— totale	—	244,55
Nombre de tubes à ailerons		130
Diamètre extérieur des tubes	mètres.	0,070
Longueur entre plaques tubulaires	—	4,750
Diamètre intérieur moyen du corps cylindrique	—	1,456
— des cylindres H. P.	—	0,400
— — B. P.	—	0,630
Course des pistons	—	0,680
Diamètre des roues motrices	—	1,435
— — porteuses	—	0,850
Poids de la locomotive à vide (environ)	tonnes.	80
— — en charge (environ)	—	102
Poids adhérent, approvisionnements épuisés	—	72
Effort maximum { en compound	kilogr.	18 607
théorique de traction { avec admission directe	—	24 064
Approvisionnements { eau	mètres cubes.	12,8
combustible	tonnes.	5

Chaudière. — La chaudière (fig. 2) n'offre rien de particulier dans ses grandes lignes; elle rappelle, sauf les dimensions qui sont plus grandes, celle des locomotives compound à grande vitesse du dernier type de la Compagnie du Nord ⁽¹⁾. La grille, en particulier, est plus étendue: sa superficie atteint 3 mètres carrés. Les tubes, du système Serre, sont aussi plus longs (4^m 750 entre plaques tubulaires).

Le corps cylindrique, d'une longueur totale de 6^m 42, est constitué par trois viroles en acier de 1^m 456 de diamètre moyen et de 17 millimètres d'épaisseur, outre la virole de boîte à fumée qui a 1^m 783 de longueur. La cheminée ne repose pas directement sur cette virole; elle est fixée, par sa partie inférieure qui est évasée, à une tôle horizontale formant plafond dans la boîte à fumée. La grille à flamme-mèches, placée sous cette tôle, lui est parallèle et a la forme rectangulaire. La porte de boîte à fumée est constituée par une calotte sphérique que des verrous, au nombre de quatre, répartis sur le pourtour, appliquent d'une manière étanche sur son siège.

Le foyer, en cuivre, est relié à l'enveloppe de boîte à feu au moyen d'entretoises en cupromanganèse, métal dont l'emploi s'est beaucoup étendu à la Compagnie du Nord, dans ces dernières années, pour cet usage spécial. Le cendrier est pourvu, dans sa partie antérieure, d'une trémie, qui sert à sa vidange.

La chaudière est fixée à la poutre centrale, d'abord à l'avant, par l'intermédiaire d'un caisson en acier moulé situé à l'aplomb de la crapaudine du bogie; puis, sous les deux viroles postérieures, par deux minces tôles verticales, dont la flexibilité facilite la dilatation du corps cylindrique. Enfin, l'arrière de la boîte à feu repose, par deux sabots en acier moulé pouvant glisser sur des surfaces garnies de métal blanc, sur une traverse également en acier moulé, reliée elle-même à la poutre centrale, au-dessus du pivot du bogie d'arrière. Pour limiter les oscillations transversales de la chaudière et du châssis principal, par rapport aux deux trucks, l'appendice d'avant est muni de deux tampons latéraux élastiques (fig. 3); la boîte à feu peut aussi s'appuyer sur des butoirs fixés à la poutre centrale.

Dans le dôme, de hauteur très réduite étant donnée la surélévation de l'axe du corps cylindrique au-dessus des rails (2^m 800), se trouvent (fig. 2) le régulateur et l'appareil d'admission de vapeur directe au réservoir intermédiaire. Les deux mécanismes qui commandent les tiroirs plans envoyant la vapeur aux cylindres H. P. et B. P. sont distincts, et sont mus par des leviers.

L'échappement, circulaire, est du nouveau type de la Compagnie du Nord. La modification du serrage est produite par la variation de hauteur d'un ajutage mobile à ailettes hélicoïdales. Le rendement de cet échappement est notablement supérieur à celui de l'appareil classique à valves.

L'alimentation de la chaudière se fait au moyen de deux injecteurs horizontaux de 10 millimètres, à réamorçage automatique.

Châssis et bogies. — La poutre centrale a la forme d'un caisson, en acier doux, constitué par deux âmes verticales de 0^m 322 de hauteur et de 0^m 020 d'épaisseur, espacées de 0^m 180 d'axe en axe. Ces âmes sont rivées, par des cornières de 90 × 90 × 14, à deux plates-bandes de 0^m 380 de largeur et de 12 millimètres d'épaisseur. Les traverses d'attelage, à l'avant et à l'arrière, sont fixées solidement à la poutre centrale, évasée à ses extrémités en forme de V. Les tampons sont munis chacun de deux ressorts de choc. Les tiges de traction, qui sont également pourvues de deux ressorts coniques hélicoïdaux indépendants, sont prolongées d'environ 1^m 600 vers l'intérieur du châssis (fig. 2), afin de reporter le plus près possible des pivots des bogies le point d'application de l'effort de traction.

Les bogies AV et AR ont des châssis identiques, en acier doux, formés par deux longerons de 0^m 024 d'épaisseur, entretoisés au moyen de tôles horizontales et de caissonnements en acier moulé.

L'empattement total de chaque bogie est de 3^m 793, mais l'empattement fixe est seulement de 3^m 470; les

essieux porteurs ont un déplacement latéral.

Les roues sont en acier moulé, et les essieux en acier au nickel chromé.

Les ressorts de suspension, placés sous les boîtes, sauf ceux des es-

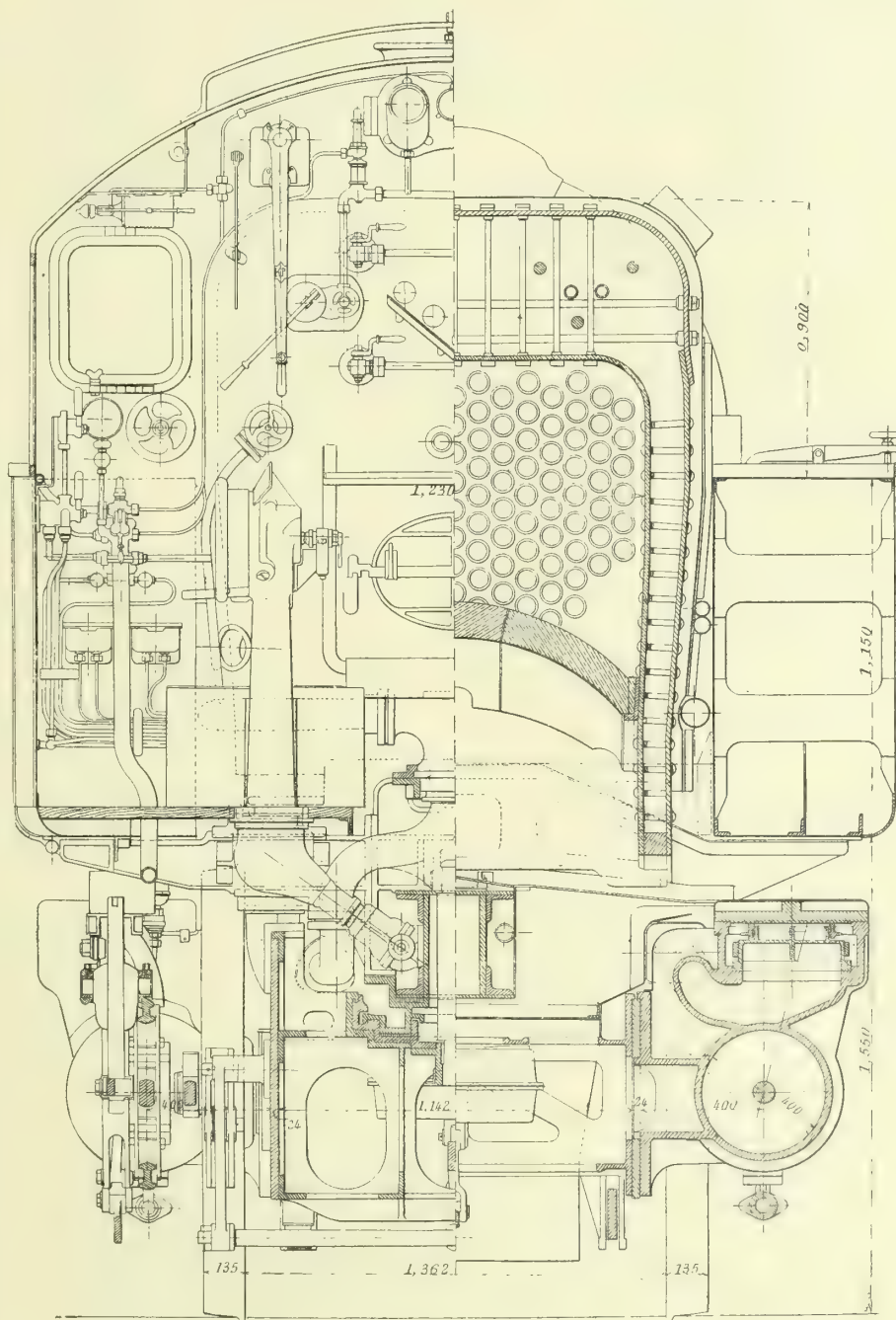


FIG. 4. — Demi-coupe par le pivot d'arrière et demi-coupe par un cylindre H. P.

(1) Voir le Génie Civil, t. XXXVII, n° 47, p. 304.

sieux porteurs, ont été conjugués deux à deux par des balanciers longitudinaux.

Cylindres et mécanismes. — Les cylindres H. P. sont alimentés par deux conduites se réunissant à une double culotte possédant des joints à dilatation et des garnitures métalliques. Les deux branches de la culotte supérieure reçoivent les tuyaux d'admission, solidaires de la chaudière, partant du régulateur; les deux branches de la culotte inférieure sont reliées aux tuyaux en acier, solidaires du bogie d'arrière, qui conduisent la vapeur aux petits cylindres. La partie de canalisation, rectiligne et verticale, située entre les deux culottes, traverse le pivot de l'arrière-train.

La communication entre les cylindres H. P. et B. P. est assurée par deux tuyauteries latérales télescopiques, avec rotules métalliques, pourvues en outre d'une lanterne commandée par l'air comprimé et permettant soit la communication entre les petits et les grands cylindres, dans le cas du fonctionnement compound, soit l'évacuation directe de la vapeur d'échappement des cylindres H. P., dans le cas de la marche à simple expansion, avec admission de la vapeur de la chaudière dans le réservoir intermédiaire.

Celui-ci est constitué par les deux tuyaux qui relient les cylindres H. P. et B. P., par les boîtes à vapeur des grands cylindres, et par une conduite transversale qui réunit ces dernières. La pression y est limitée à 6^{kg} 5, au moyen d'une soupape de sûreté.

La canalisation relative à l'admission directe de la vapeur vive dans les cylindres B. P. se compose d'une première culotte, fixée au corps cylindrique de la chaudière, d'une deuxième culotte reliée au tuyau de communication des boîtes à vapeur B. P., et d'un fort tuyau de caoutchouc, avec armature métallique, les réunissant entre elles. On a ainsi une jonction flexible, qui laisse se produire les mouvements relatifs du bogie d'avant et de la chaudière.

La vapeur d'échappement des grands cylindres se rend, par une double tuyauterie, dans la colonne d'évacuation, venue de fonte avec le support d'avant en acier moulé, placé sous la chaudière. Mais, en raison des déplacements de l'avant-train par rapport à la superstructure, il a été nécessaire d'intercaler, sur le parcours de cette double canalisation, des tuyaux flexibles en caoutchouc cuirassé. Tous les joints de tuyaux sont métalliques et lenticulaires.

Les tiroirs de distribution sont plans et compensés (fig. 3 et 4); ils sont actionnés par des mécanismes du système Walschaert. Chaque truck moteur comprend trois essieux accouplés; les quatre mouvements de propulsion et de distribution sont identiques. Il en est de même des appareils de changement de marche de chacun des bogies. Ces derniers peuvent être mus soit à la main, soit à l'aide d'un servomoteur à l'air comprimé. Chaque arbre de relevage porte un levier à fourche muni d'un écrou, actionné par une vis, comportant un palier de butée. Cette vis est prolongée par un arbre avec deux joints à la cardan, qui laissent toute liberté à la transmission, quels que soient les déplacements des bogies par rapport au châssis principal. L'arbre susdit reçoit sa commande, par des engrenages coniques, d'un arbre longitudinal qu'actionne, au moyen de renvois intermédiaires de roues coniques, l'axe sur lequel se trouve monté le volant de changement de marche. Une colonne en fonte (fig. 4), placée dans la cabine du mécanicien, renferme ce dernier mécanisme de transmission, qui comporte notamment un arbre plein et un arbre creux concentrique. Le premier commande l'arbre de relevage des cylindres H. P., et le second, qui peut être embrayé à volonté avec l'arbre central, commande l'arbre de relevage des cylindres B. P. On peut ainsi régler les admissions d'une manière indépendante dans les petits et dans les grands cylindres.

Frein et accessoires. — La machine est équipée avec le frein à vide modérable. Il n'était pas nécessaire de lui appliquer le frein Westinghouse, étant donné que les véhicules des trains de marchandises sont munis seulement de freins à main, à l'exception des fourgons qui entrent dans leur composition, et qui possèdent le frein à vide. Chaque essieu est freiné et est attaqué par un sac à frein indépendant. Le coefficient de freinage atteint 70 % du poids total.

Comme particularités secondaires, nous citerons les sablières à air comprimé, les purgeurs de cylindres à vapeur, actionnés également par l'air comprimé. Pour ces différents usages, y compris la commande du changement de marche et des servo-moteurs des lanternes d'échappement direct, une petite pompe Westinghouse comprime de l'air à la pression maximum de 7 kilogr. dans deux réservoirs.

Cette locomotive, qui porte le numéro 6121, figure actuellement à l'Exposition de Liège. Une deuxième machine, du même type, a pu remorquer, récemment, des trains d'essais d'un poids dépassant 800 tonnes sur des rampes de 13 millimètres, à la vitesse soutenue de 20 kilom. à l'heure. On a constaté la stabilité parfaite de la machine, même aux vitesses de 75 kilom. En présence de ces résultats encourageants, la Compagnie du Nord vient de décider de faire construire, dans ses ateliers, seize autres machines de la même série.

F. BARBIER,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

MINES

NOUVELLES EXPÉRIENCES SUR LES LAMPES DE SURETÉ faites à la station d'essais de Frameries (Belgique).

(Suite et fin¹.)

APPAREIL D'ESSAIS DES LAMPES DE SURETÉ (suite). — **Manomètres.** — Les manomètres servant à la mesure des vitesses sont ceux du docteur Schondorf qui, le premier, les a appliqués pour la mesure des vitesses dans les appareils d'essais des lampes. Dans notre étude (2) relative à l'appareil d'essais des lampes de Mährisch-Ostrau, nous avons eu l'occasion de décrire en détail ces manomètres; nous ne reviendrons donc pas sur ce sujet et nous nous bornerons, pour la facile compréhension de ce qui va suivre, à rappeler comment on procède aux opérations.

L'un des manomètres (fig. 1 et 2) sert à mesurer la pression de

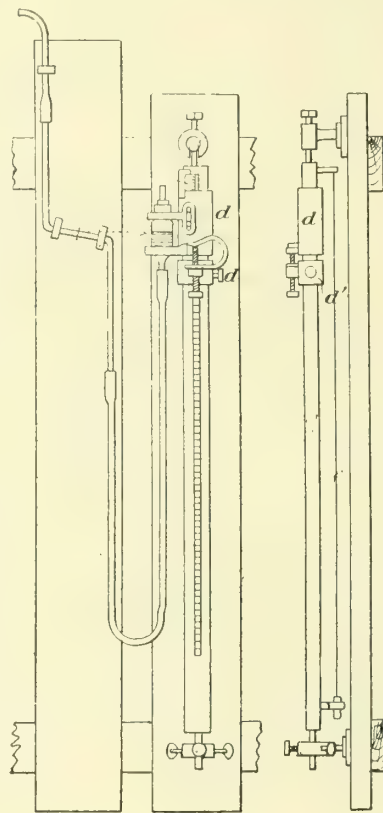


FIG. 1 et 2. — Vues de face et de côté d'un manomètre de Schondorf.

l'air; l'autre sert, au contraire, pour le grisou. Le manomètre est constitué essentiellement par un tube en verre muni d'un repère fixe. Ce tube est relié par un tuyau en caoutchouc à un réservoir mobile en verre, glissant sur une règle graduée, dont la verticalité est obtenue par un fil à plomb indicateur et des vis calantes de réglage. Pour faciliter la précision des lectures, le réservoir porte un curseur *d* sur lequel est disposé un deuxième curseur à vernier *d'*. Le liquide indicateur est de l'eau colorée. Si ce liquide affleure le repère d'une part et si le réservoir a son niveau affleurant au zéro de l'échelle graduée d'autre part, la pression intérieure et la pression extérieure sont identiques. Veut-on obtenir une dépression de *x* centimètres dans l'appareil, on abaissera le réservoir de cette hauteur et on réglera par les valves l'appel d'air, de manière que dans le tube fixe le liquide vienne en face du repère. Le

réservoir étant à l'air libre et son niveau étant à *x* centimètres plus bas que celui du tube communiquant avec l'intérieur, il est évident que la dépression régnant dans l'appareil sera de *x* centimètres d'eau.

Il en est de même pour le manomètre à grisou; les deux branches de l'appareil étant reliées aux deux robinets T' et T'', placés de part et d'autre de l'orifice en mince paroi T (fig. 5, page 412), il est évident que les dépressions observées indiqueront les vitesses d'écoulement du gaz à travers l'orifice. On réglera alors les teneurs en gaz et les vitesses à obtenir à l'aide des valves de l'aspirateur et de la conduite de gaz. Pour une position bien déterminée des différentes valves et pour un gaz de même composition arrivant du puits, correspondront des vitesses et des teneurs en grisou bien déterminées des mélanges circulant dans l'appareil.

Le tarage de l'appareil et l'établissement de tables numériques rendent les opérations courantes beaucoup plus faciles. Ce tarage se fait à l'aide d'un anémomètre que l'on place d'abord en avant du mélangeur, puis au delà de ce dernier. A l'aide de ces lectures, on connaît la vitesse et la teneur du courant gazeux. On note alors aux deux manomètres les dépressions correspondantes et, pour être certain de l'exactitude des opérations, on contrôle encore la teneur du mélange gazeux par une analyse qui doit donner des chiffres absolument concordants avec ceux déduits des lectures anémométriques. On répète alors cette série d'expériences pour des teneurs en gaz variant de 4 à 12 %, en notant sur des tables les hauteurs manométriques correspondantes; l'appareil est taré pour un gaz grisouteux d'une teneur déterminée. Si cette teneur vient à varier, on dressera de nouvelles tables correspondant aux nouvelles teneurs. Grâce à ces expériences

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 25, p. 410.

(2) Voir le *Génie Civil*, t. XXIX, n° 26, p. 414.

préliminaires, connaissant la teneur du gaz venant de la mine, les opérateurs, pour obtenir n'importe quelle vitesse et n'importe quelle teneur, n'ont plus qu'à lire sur les tables les hauteurs manométriques correspondantes et à régler l'ouverture des différentes valves jusqu'à ce que ces hauteurs soient atteintes.

Afin de tenir compte de l'influence de la résistance au courant que présente la surface de la lampe, on a eu l'ingénieuse idée d'adapter l'anémomètre lui-même sur une lampe. On a ainsi, d'une façon absolument précise, la mesure du courant reçu par la lampe.

Pour être complet, signalons que la station d'essais comprend encore une salle pour les essais photométriques, un laboratoire d'analyses muni de tous les appareils usuels, éprouvettes de M. Le Chatelier, grisoumètre de Mertens, etc.

ESSAIS SUR LES LAMPES DE SURETÉ. — Nous extrayons des rapports de MM. Watteyne et Stassart, parus dans les *Annales des Mines de Belgique*, le compte rendu suivant des essais faits pendant ces dernières années sur les lampes.

La tâche des expérimentateurs était d'abord de vérifier d'une façon aussi précise que possible si, dans l'état actuel des choses et en considération des grands progrès accomplis et des nombreux perfectionnements apportés à différents types de lampes, il était logique de laisser subsister, en Belgique, la réglementation rigoureuse concernant l'éclairage des mines grisouteuses ou s'il y avait lieu de la modifier.

Cette réglementation comprenait trois points essentiels : l'obligation de n'alimenter les lampes qu'avec de l'huile végétale ; l'obligation de renvoyer à la surface ou à un endroit déterminé de la mine les lampes éteintes dans les travaux souterrains ; l'emploi exclusif de la lampe Mueseler dans les mines franchement grisouteuses.

Avant de procéder aux recherches, les expérimentateurs passèrent en revue les travaux des diverses Commissions instituées dans le même but dans les différents pays d'Europe (belges, françaises, anglaises, autrichiennes et prussiennes).

Le premier point à vérifier était de savoir s'il était nécessaire de maintenir dans le règlement la prescription de ne faire usage que de l'huile végétale, qui ne semble pas avoir été ordonnée à la suite de faits et d'expériences bien établis. C'est plutôt la crainte de voir faire usage dans les mines grisouteuses de substances facilement inflammables, souvent même explosibles, c'est l'idée que les vapeurs inflammables dans une lampe échauffée pouvaient être une source sérieuse de danger, c'est enfin les résultats très satisfaisants obtenus avec les lampes à huile végétale qui avaient sans doute amené l'interdiction des lampes à essence.

Dans d'autres pays voisins, en France et en Allemagne, les autorisations d'emploi de ces lampes (lampes à benzine, etc.) furent suivies d'applications en grand, sans que les statistiques aient enregistré le moindre accroissement du nombre des sinistres dus à l'éclairage ; cette question était donc à reprendre sérieusement.

Les épreuves consistèrent à soumettre des lampes de types aussi semblables que possible, les uns alimentés à l'huile, les autres à la benzine, à des conditions d'emploi aussi défavorables que possible et à comparer les résultats obtenus.

Les essais portèrent sur des lampes à simple toile, à double toile, à simple toile cuirassée (lampes à garniture métallique extérieure), etc., des types Mueseler, Marsaut, Wolf, Seippel n° 2, etc. Les essais furent encore très concluants, en ce sens qu'on ne se borna pas à contrôler simplement des lampes neuves, mais que l'on opéra aussi sur des lampes usagées.

Les teneurs en grisou varièrent de 6 à 10 %, les vitesses atteignirent jusqu'à 20 mètres par seconde.

A part quelques rares résultats reconnus par la suite être dus à des causes secondaires d'erreurs, il y a lieu, tout d'abord, de noter l'extrême régularité et la grande concordance des épreuves qui démontrent l'exactitude des résultats obtenus.

En résumé, on a constaté que, généralement, les lampes à essence ou à huiles légères se comportaient aussi bien que les lampes à huile végétale ; c'est à peine si l'on a remarqué une faible différence dans l'échauffement des lampes à essence, mais leur résistance et leur degré de sécurité ont été reconnus aussi élevés. Les Ingénieurs chargés des essais ont donc nettement conclu à la suppression du règlement prescrivant l'emploi exclusif des lampes à huile végétale dans les mines grisouteuses. Étant donnée, en effet, la sécurité égale des deux types de lampes, celles à essence présentent de sérieux avantages : elles permettent le rallumage intérieur, elles indiquent mieux la présence du grisou, leurs flammes étant beaucoup plus sensibles à son action ; enfin, leur pouvoir éclairant est bien plus considérable. Les nombreuses expériences photométriques démontrèrent, en effet, que le pouvoir lumineux moyen de la lampe à huile végétale la plus éclairante ne dépassait guère 0,40 unité Hefner, alors qu'il atteignait 0,87 unité pour la lampe à benzine à alimentation inférieure.

Le deuxième point de l'ancien règlement concernait le rallumage intérieur. Pour se conformer à cette prescription, l'ouvrier mineur

dont la lampe s'était éteinte, ce qui arrive assez fréquemment avec la lampe Mueseler, par exemple, était obligé de renvoyer sa lampe à la surface ou tout au moins à la station de rallumage, toujours située à proximité du puits de rentrée d'air. Le mineur, de ce fait, se trouvait donc durant un temps relativement long sans lampe, condition défavorable et souvent dangereuse. Or, étant payé à la tâche, le mineur redoutait ces minutes perdues, cherchait souvent à rouvrir la lampe avec une fausse clé et, dans ces conditions, le remède devenait pire que le mal. D'ailleurs, en cas de catastrophe, dans certains chantiers, les vies sont épargnées, seules les lampes sont éteintes par le déplacement d'air. Les malheureux mineurs sont alors réduits à errer à travers les galeries obstruées et risquent, faute de lumière pour les guider, de périr victimes de l'asphyxie.

Il fallait donc se rendre compte si, dans une atmosphère franchement grisouteuse, le rallumage présentait de réels dangers. Afin d'avoir des résultats concluants, on opéra dans les conditions les plus défavorables ; l'atmosphère fut rendue le plus explosible possible avec des teneurs variant entre 7 et 10 % avec ou sans adjonction de poussières ; le courant fut poussé à ses extrêmes limites de violence ; enfin les lampes usagées furent étudiées aussi minutieusement que les lampes neuves.

Les rallumeurs mis à l'épreuve étaient de deux types, les rallumeurs à explosifs, formés d'une bande de papier fort sur laquelle sont placées des amorces explosives, et les rallumeurs à phosphore, consistant en une bande de tissu paraffiné supportant des pastilles de phosphore. L'inflammation a lieu, pour les premiers, par friction ou

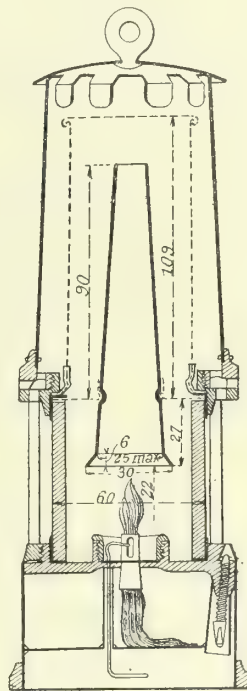


Fig. 3. — Lampe Mueseler.

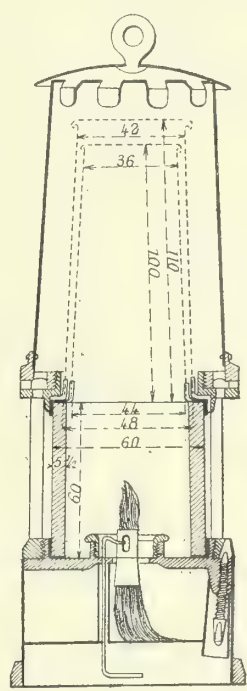


Fig. 4. — Lampe Marsaut.

par percussion ; pour les deuxièmes, par friction seulement. Il résulte des essais que, conformément à ce qui avait déjà été indiqué par d'autres expérimentateurs, les allumeurs à phosphore se sont montrés plus sûrs que ceux à explosifs ; mais, ceux-ci ont déjà fait preuve d'un très haut degré de sécurité, n'étant mis en défaut que dans des conditions très rigoureuses.

Il faut, toutefois, faire observer que le rallumage intérieur n'est pas sans danger, avec n'importe quel type de lampe ; ainsi, la lampe Mueseler ordinaire, non cuirassée, ne présente aucune sécurité, laissant passer, à chaque rallumage, la flamme à travers la coiffe supérieure.

La troisième question à élucider était celle de savoir si la défense de faire usage de toute autre lampe dans les mines grisouteuses, à l'exception de la lampe Mueseler, avait encore sa raison d'être avec les améliorations apportées aux nombreux types en usage un peu partout. On fit, à cet effet, un très grand nombre d'expériences comparatives avec les modèles de lampes les plus divers, et il va sans dire que la lampe Mueseler ordinaire, jusqu'alors prescrite, fut elle-même essayée à nouveau. La conclusion de ces essais fut la condamnation complète de l'ancien règlement, car, loin de conclure dans le même sens, les expérimentateurs reconnurent que, non seulement il n'y avait pas lieu de prescrire la lampe Mueseler ordinaire, mais qu'il y avait urgence à en interdire l'emploi dans les mines grisouteuses, cette lampe ayant présenté un degré de sécurité beaucoup moins grand que d'autres types soumis aux essais. Elle est en effet mise presque continuellement en défaut dans des courants ascendants, le

passage de la flamme se faisant presque aussitôt par la coiffe supérieure. L'appareil se trouve alors transformé en lampe à simple toile, ne présentant plus aucune garantie de sécurité dans des courants même modérés.

Il serait beaucoup trop long d'analyser ici tous les essais ; bornons-nous à donner la nomenclature des lampes reconnues de haute sécurité, et d'indiquer, pour chacune, les dimensions prescrites, en Belgique, par l'arrêté ministériel qui a paru après la clôture des essais et qui en a été la véritable sanction.

Les lampes ayant présenté un degré très élevé de sécurité et qui, par suite, ont été autorisées en Belgique, sous certaines conditions, sont les suivantes :

1° *La lampe Mueseler cuirassée* (fig. 3). — Le verre est un manchon cylindrique garni à ses extrémités de douilles métalliques, le diamètre intérieur est de 60 millimètres, la hauteur 60 millimètres. La cheminée intérieure, en tôle, conique, repose sur une toile annulaire supportée par le verre ; les dimensions sont indiquées dans la figure. La coiffe est en même tissu que la toile, à 144 mailles par centimètre carré. La cuirasse est un manchon en tôle, muni d'un chapeau supérieur, avec ouvertures sous le chapeau. La lampe Mueseler n'est pas autorisée avec dispositif de rallumage. Des tolérances sont autorisées concernant certaines dimensions du verre, de la cuirasse, de la cheminée, etc. ;

2° *La lampe Marsaut*. — Le verre est semblable à celui de la lampe Mueseler. Les tamis sont également à mailles de 144 avec les dimensions indiquées figure 4. La cuirasse est analogue à la cuirasse Mueseler ;

3° *La lampe Wolf à alimentation supérieure* ou *lampe Marsaut à benzine*. — Les dimensions générales sont les mêmes que celles de la

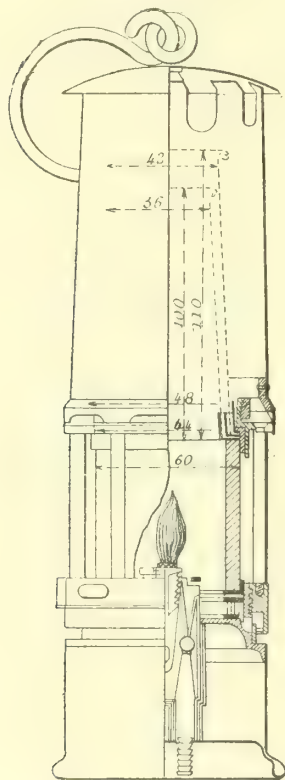


FIG. 5. — Lampe Wolf à alimentation inférieure.

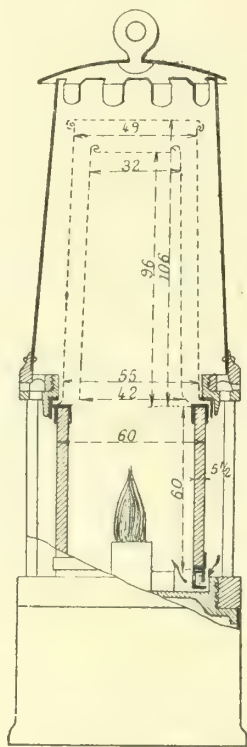


FIG. 6. — Lampe Seippel n° 2.

lampe Marsaut ordinaire. Le dispositif de rallumage est contenu dans une petite boîte métallique encastrée dans le réservoir et maintenue en place par un verrou inaccessible lorsque la lampe est fermée. Les amorces sont en phosphore blanc et collées sur une bande étroite de toile paraffinée. La manœuvre est faite par une tige qui produit le déroulement de la bande et l'inflammation des amorces, de telle façon qu'il ne puisse y avoir qu'une inflammation à la fois.

Le réservoir doit être garni d'ouate et la lampe ne doit pas laisser égoutter d'essence lorsqu'on la renverse. Ici encore, certaines tolérances sont admises ;

4° *La lampe Wolf à alimentation inférieure* (fig. 5). — Ici l'air entre à la partie inférieure de la lampe, par les chicanes d'une virole mobile qui a pour but d'éviter un accès du courant direct sur la toile.

L'air monte ensuite par des rampants et pénètre dans l'intérieur de la lampe en traversant une couronne composée de deux toiles concentriques en fil de laiton.

La partie supérieure de la lampe est semblable à celle de la lampe à alimentation supérieure. Les dimensions des entrées d'air, au nombre

de sept, sont de 3 millimètres de hauteur sur 13 millimètres de largeur ; les fenêtres de l'anneau d'entrée d'air sont au nombre de six, avec 3^{mm}5 sur 25 millimètres comme dimensions. Les mailles de 144 au centimètre carré sont prescrites pour les tissus métalliques ;

5° *La lampe Seippel n° 2* (fig. 6). — L'air pénètre à la partie inférieure de la lampe par une fente circulaire comprise entre le bord inférieur de l'anneau brise-courant et la collerette de base de la couronne, il traverse ensuite deux toiles en laiton nickelé. La couronne

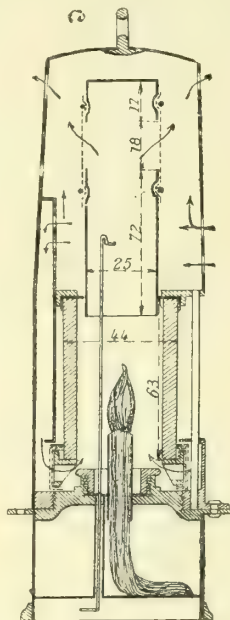


FIG. 7. — Lampe Fumat.

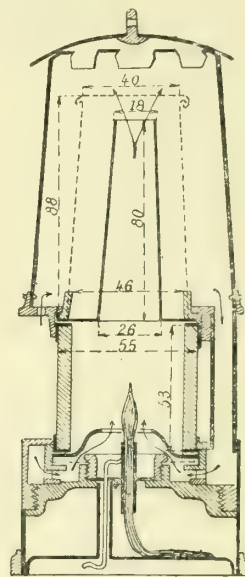


FIG. 8. — Lampe Body-Firket.

d'entrée d'air a un diamètre extérieur de 52 millimètres, une hauteur de 7 millimètres, sept fenêtres ayant comme dimensions 3^{mm}5 sur 17 millimètres. L'anneau brise-courant a un diamètre intérieur de 59 millimètres. La disposition du rallumage est analogue à celle de la lampe Wolf et les prescriptions à ce sujet restent les mêmes ;

6° *La lampe Fumat à l'huile grasse*. — Les dimensions du verre sont indiquées sur la figure 7. L'anneau d'entrée d'air est en laiton percé de fenêtres munies d'une double toile métallique ; ces fenêtres sont au nombre de six, de 7^{mm}5 sur 22 millimètres. La cheminée circulaire cylindrique est constituée dans sa partie inférieure par un tube en tôle, dans sa partie supérieure par une toile métallique fermée au sommet par une calotte en tôle. La cuirasse est munie de divers orifices en haut et en bas. Les tolérances sont celles accordées aux autres lampes ;

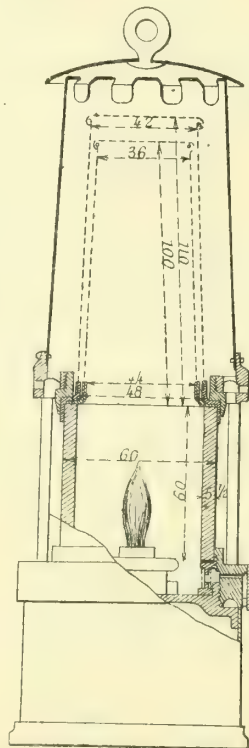


FIG. 9. — Lampe Mulkay.

7° *La lampe Body-Firket*. — Les dimensions du verre et de la coiffe sont indiquées sur la figure 8. La toile annulaire d'entrée d'air est un tissu métallique bordé à l'intérieur et à l'extérieur de collerettes en laiton. Le diamètre de la toile extérieure est de 53 millimètres, celui de la toile intérieure de 31 millimètres, le tissu est à 144 mailles. L'anneau de garde a une ouverture de 26 millimètres. La cheminée intérieure est en tôle reposant sur le verre par une platine en fer. La cuirasse possède des ouvertures à la partie inférieure et à la partie supérieure ;

8° *La lampe Mulkay* (fig. 9). — Dans cette lampe, le courant d'air, après s'être infléchi verticalement par suite de la rencontre d'un anneau-chicane, pénètre dans la partie inférieure de la lampe par trente canaux horizontaux, percés suivant des rayons dans l'anneau de base de l'armature. L'air traverse ensuite les deux toiles métalliques protégeant les fenêtres de la couronne d'entrée. Le diamètre des trente trous est 1 millimètre, le nombre des fenêtres de l'anneau est de six, ayant 6 millimètres sur 25 millimètres. Les autres parties de la lampe sont semblables à celles de la lampe Wolf ; nous n'y reviendrons donc pas. Signalons, dans le dispositif de rallumage,

que la tige de commande porte une crémaillère et est mise en mouvement par un secteur denté auquel on imprime une rotation alternativement dans les deux sens à l'aide d'un anneau extérieur.

Il nous semble intéressant de compléter ces indications en donnant ici deux des facteurs les plus importants des lampes de mines, leur poids et leur pouvoir éclairant.

Poids :			
1 ^o Lampe Fumat	kilogr.	1,100	
2 ^o Lampe Body-Firket	—	1,135	
3 ^o Lampe Mueseler cuirassée	—	1,431	
4 ^o Lampe Marsaut	—	1,438	
5 ^o Lampe Wolf à alimentation supérieure	—	1,547	
6 ^o Lampe Seippel n ^o 2	—	1,643	
7 ^o Lampe Wolf à alimentation inférieure	—	1,659	
8 ^o Lampe Mulkay	—	1,671	

Pouvoirs éclairants :			
1 ^o La lampe Wolf à alimentation inférieure. unités Hefner.	0,87		
2 ^o La lampe Seippel n ^o 2	0,85		
3 ^o La lampe Wolf à alimentation supérieure	0,53		
4 ^o La lampe Mulkay	0,50		
5 ^o La lampe Marsaut	0,40		
6 ^o La lampe Mueseler cuirassée	0,37		
7 ^o La lampe Fumat	0,36		
8 ^o La lampe Body-Firket	0,23		

On voit qu'en général la légèreté et le grand pouvoir éclairant d'une lampe sont peu compatibles; ce sont en effet les lampes les plus lourdes qui éclairent le mieux.

Grâce à toutes ces recherches et aux décrets qui en furent la sanction, les expérimentateurs avaient donné une solution aux principales questions litigieuses. Mais leur travail ne s'arrêta pas là, et ils entreprirent une nouvelle série d'expériences présentant un haut intérêt.

Pour étudier l'influence des poussières sur le degré de sécurité des lampes, on installa sur l'appareil d'essais un réservoir cylindrique muni à sa partie inférieure d'une soupape conique, placée dans un entonnoir en verre. Ce dispositif permettait de voir la quantité de poussière employée et d'en régler le débit. Les résultats montrèrent qu'en ce qui concerne le degré de sécurité des lampes, l'adjonction de poussières n'a qu'une influence négligeable et presque nulle.

On porta ensuite une attention particulière sur l'influence de l'état des lampes, en comparant des lampes neuves avec des lampes usagées du même type. A cet effet, des lampes de différents modèles furent mises en service durant environ quinze jours et après cette période d'emploi pratique elles furent soumises aux essais comparativement aux lampes neuves. On ne nota que des différences insignifiantes;

toutefois il faut remarquer que le degré de sûreté des toiles tend à diminuer lorsqu'elles ont été portées souvent au rouge. Enfin, lorsque les toiles sont absolument neuves, leur degré de sécurité est aussi un peu moindre, jusqu'à ce que l'enduit huileux dont le fil métallique a été recouvert durant le tissage de la toile ait complètement disparu.

Un autre point à élucider était l'influence du métal de la toile sur le degré de sécurité. Comme on pouvait le prévoir, les toiles en cuivre et en laiton se sont montrées moins résistantes par suite de la plus grande fusibilité du métal. Le laiton se comporte le moins bien, il y a donc lieu de l'exclure complètement. Quant aux tissus en cuivre, il serait bon de ne les autoriser que dans les cas où cela est indispensable, comme pour l'éclairage de la boussole, etc. On a même observé dans quelques cas la fusion de toiles de fer dont la qualité était certainement défectueuse; il convient d'attirer l'attention des fabricants sur la nécessité de n'employer que du métal peu fusible.

Enfin, l'influence de l'épaisseur du verre et de son état fut approfondie par les expérimentateurs. Les premiers essais que nous avons décrits eurent, comme nous l'avons dit, pour conséquence une réglementation sévère des épaisseurs des verres. Or certains Ingénieurs firent observer que dans les lampes à benzine, où l'échauffement est considérable, il se produirait probablement moins de ruptures de verres avec des verres plus minces que ne prescrit le règlement.

On fit donc les expériences les plus diverses : comparaison de la résistance de verres de diverses épaisseurs avec des lampes droites ou inclinées, projection de gouttelettes d'eau sur le verre après l'allumage, on examina la résistance au choc, l'influence du recuit, etc. Il résulta de tous ces essais qu'en diminuant un peu l'épaisseur du verre prescrite dans la réglementation, ce dernier résistait mieux et se brisait moins. On a reconnu qu'avec une épaisseur de 4 millimètres la résistance est largement suffisante. Mais les irrégularités d'épaisseur, par suite des dilatations variables auxquelles est soumis le verre, sont causes de nombreuses ruptures. Enfin, le recuit paraît avoir une influence très favorable sur la conservation du verre.

Telles sont, dans leurs grandes lignes, les conclusions des Ingénieurs belges ayant mené à bien cette étude des lampes de mines au point de vue de leur sécurité. Par le résumé succinct que nous en avons donné, on a pu se rendre compte du soin avec lequel furent faites les expériences de Frameries. Aussi les remarquables travaux de MM. Watteyne et Stassart contribueront certainement pour une large part à la connaissance et au perfectionnement de l'importante question de l'éclairage dans les mines grisouteuses.

H. SCHMERBER,
Ingénieur des Arts et Manufactures.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

ÉTUDE SUR UN TYPE DE LOCOMOBILE

semi-fixe compound avec double surchauffe.

Les applications de plus en plus nombreuses de la surchauffe aux machines à vapeur permettent maintenant d'établir quelques conclusions générales appuyées sur l'expérience, relativement à l'économie procurée par ce système. Tout récemment, cette question a été reprise à la Société des Ingénieurs civils de France, par M. Ch. Compère, directeur de l'Association parisienne des propriétaires d'appareils à vapeur (1), et au Franklin Institute, par M. Goss, directeur du Laboratoire de l'Université Purdue (Lafayette, E.-U.). Tout en accordant une supériorité certaine aux machines puissantes employant la vapeur surchauffée, M. Compère s'est montré moins optimiste vis-à-vis des machines de faible puis-

sance, à régime variable, exposées à être confiées aux soins d'un personnel peu exercé.

On peut, cependant, citer des faits d'expérience qui viennent infirmer, au moins exceptionnellement, la rigueur de ces conclusions.

C'est ainsi que M. Josse, professeur à l'École supérieure technique de Charlottenbourg (Berlin), ayant eu à diriger des essais de consommation très minutieux sur une locomobile compound à double sur-

chauffe des ateliers R. Wolf, à Magdebourg-Buckau (fig. 1), a consacré à ce type de machine et aux résultats obtenus dans ces essais un important rapport (2) dont nous allons résumer les passages essentiels, en raison des dispositions nouvelles adoptées par le constructeur et des bons effets qu'il en a obtenus.

Ce type de locomobile semi-fixe, dont les figures 2 et 3 donnent la coupe longitudinale et le plan, présente la particularité d'avoir un double surchauffeur logé dans la boîte à fumée : en quittant le faisceau tubulaire, les gaz brûlés enveloppent les serpents, puis le cylindre H. P., avant de s'échapper par la cheminée.

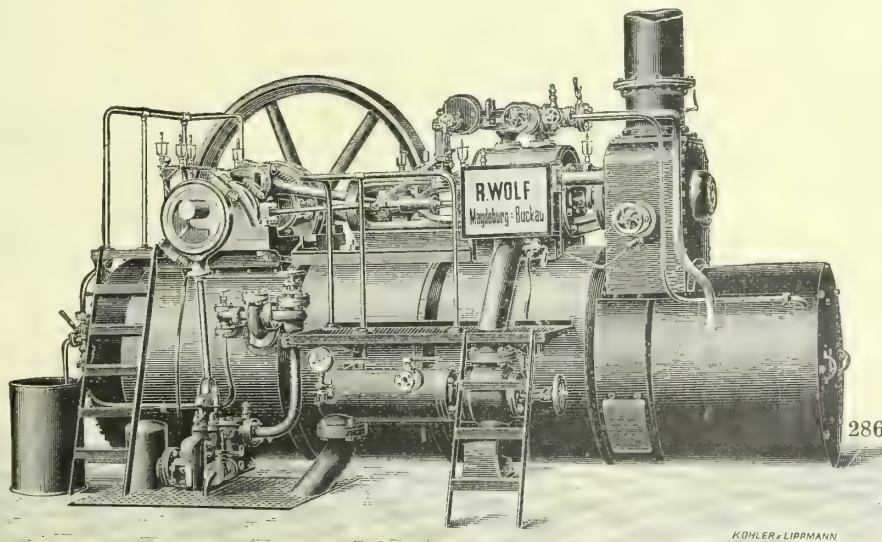


FIG. 1. — Vue extérieure de la locomobile compound Wolf à vapeur surchauffée.

(1) Voir le résumé de la note de M. Compère dans le *Génie Civil*, t. XLVII, n^o 41, p. 490.

(2) Publié récemment dans la *Zeits. des Ver. deutsch. Ing.*

La vapeur sortant de la chaudière entre dans le premier surchauffeur, le parcourt, et arrive au cylindre H. P. Après s'y être détendue, elle revient (fig. 4) au deuxième surchauffeur, constitué par un faisceau de petits tubes qui se développent parallèlement, entre deux caissons, et gagne enfin le cylindre B. P. Celui-ci, suivant un type assez répandu, est logé dans la prise de vapeur du corps cylindrique, et par conséquent environné de vapeur vive sur toute sa périphérie.

Ces deux cylindres ont des distributions, le premier par tiroir cylindrique, le second par tiroir plan.

La locomobile fonctionnait, dans les essais dont nous nous proposons de donner le détail, avec condensation par mélange, et la chaudière était alimentée avec l'eau du condenseur.

La surface de la grille est de $0^m^2\ 35$.

Les principales surfaces de chauffe sont :

Chaudière. . . $14^m^2\ 3$
1^{er} surchauffeur $11^m^2\ 8$
2^e surchauffeur. $4^m^2\ 0$

Les gaz sortent du faisceau tubulaire à 400 degrés et portent la vapeur à 350 degrés environ. Les tuyaux de communication entre les

courbe des pressions, celles de la vaporisation et de la consommation en charbon sont presque des droites; la deuxième série de mesures a

Les essais de M. Josse ont duré, l'un cinq heures, l'autre quatre heures. La machine a fonctionné douze heures de suite avant le commencement des mesures, pour supprimer toutes les influences accidentelles.

Le tableau I ci-après résume les dimensions principales des cylindres.

Le montage du frein et des indicateurs n'a pas présenté de particularités spéciales. Les diagrammes étaient relevés à intervalles de dix minutes au moyen d'instruments du laboratoire de Charlottenbourg, étalonnés avant et après la série de mesures.

Le charbon de la Ruhr employé présente la composition moyenne suivante :

Combustible . .	93,74
Eau	1,07
Cendres	5,19
	<u>100,00</u>

Son pouvoir calorifique moyen a été évalué à 7873 calories.

Le diagramme de la figure 7, qui se rapporte à la première série de mesures, montre la régularité de la marche de la chaudière : la

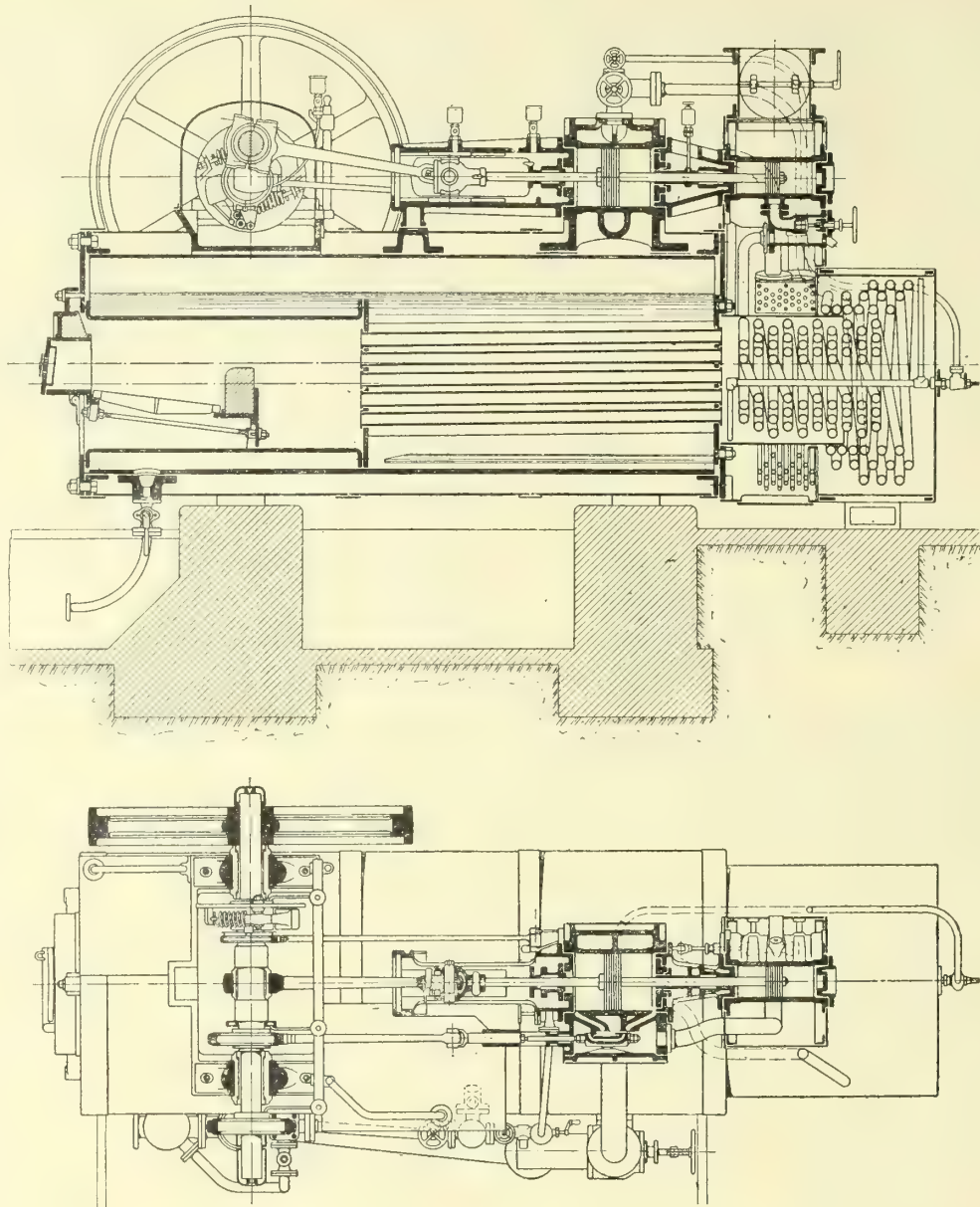


FIG. 2 et 3. — Coupes verticale par l'axe longitudinal et horizontale par l'axe des cylindres.

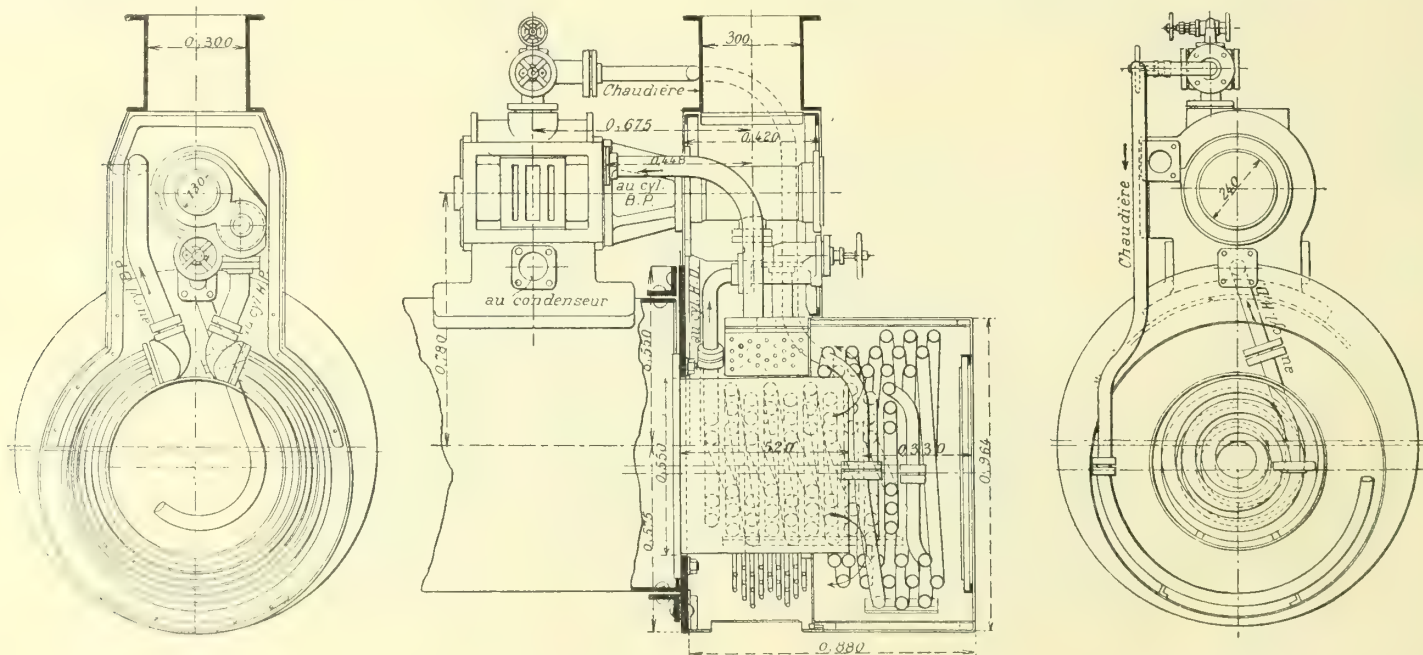


FIG. 4, 5 et 6. — Coupes verticales de la locomobile par l'axe longitudinal et par les deux surchauffeurs.

cylindres et les surchauffeurs sont aussi presque entièrement léchés par les gaz, et font, en somme, partie des surchauffeurs.

donné des résultats tout à fait semblables, aussi ne les reproduisons-nous pas.

TABLEAU I.

	CYLINDRE H. P.		CYLINDRE B. P.	
	Avant	Arrière	Avant	Arrière
Diamètre des pistons (à chaud) . . . millimètres.	160,2		300,5	
Diamètre de la tige	40		50	
Course	320		320	
Cylindrée litres.	6,451	6,048	22,294	22,294
Rapport des cylindrées	1 à 3,37			
Espaces nuisibles	5,6 %			

La proportion d'acide carbonique dans les gaz brûlés était de 12 à 13 %, ce qui indique une bonne combustion. La température des gaz dans le foyer était d'environ 700 degrés. Le tableau II résume les

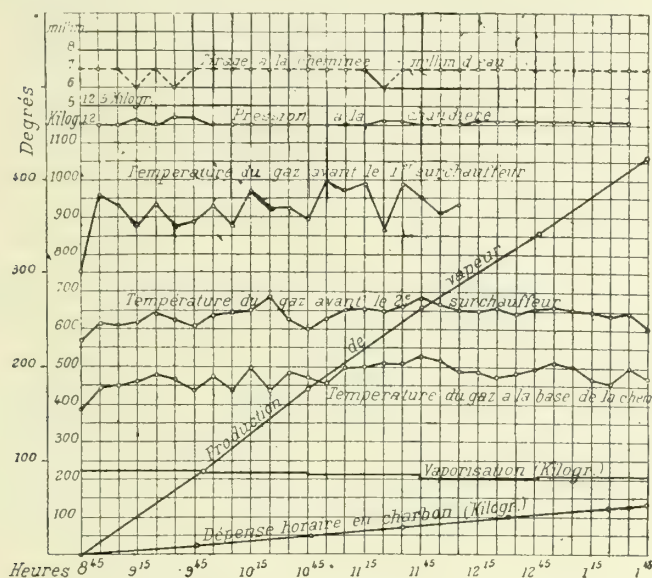


FIG. 7. — Diagramme des observations faites sur la locomobile pendant le premier essai.

observations relatives aux températures dans les différentes parties de la chaudière; les surfaces de chauffe et de grille ont été mentionnées ci-dessus.

Les chiffres en caractères gras dans le tableau II font ressortir

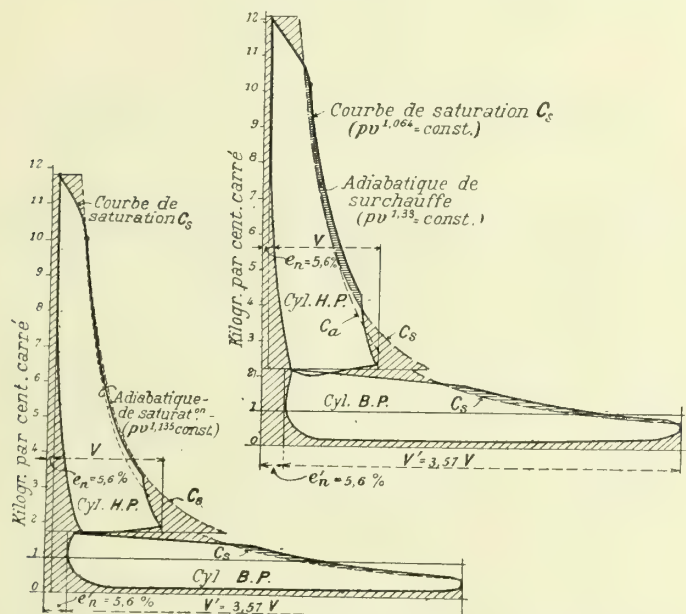


FIG. 8 et 9. — Diagrammes thermiques relatifs à chacun des essais de la locomobile.

l'augmentation de rendement procurée par les surchauffeurs. Ils permettent d'abaisser d'environ 200 degrés la température des gaz de combustion, et leur disposition, par rapport aux organes de la chaudière et du moteur, paraît très avantageusement choisie.

TABLEAU II.

Durée de l'essai	heures	3	4	
Consommation de charbon {	par heure.	kilogr.	26,14	31,25
	par mètre carré de surface de grille --		74,7	89,3
	par mètre carré de surface de chauffe de la chaudière seule.	kilogr.	1,82	2,18
Pression {	dans la chaudière.	kilogr.	12,1	12,1
	à l'entrée du cylindre H. P.		11,3	11,2
	à l'entrée du cylindre B. P.	--	0,62	1
Température de la vapeur {	dans la chaudière.	degrés	150,9	190,9
	à l'entrée du cylindre H. P.	--	340	360
	à l'entrée du cylindre B. P.	--	171	191
	Surchauffe {	dans le premier surchauffeur	--	151,9
de la vapeur {	dans le deuxième surchauffeur.	--	57,9	71,4
Alimentation horaire par mètre carré de surface de chauffe		kilogr.	14,9	18
Température de l'eau.		degrés	37,6	37,6
Chaleur absorbée par la vaporisation, à température de saturation, de 1 kilogr. d'eau prise à 37° 6		calories	627,4	627,1
Chaleur absorbée par la vapeur dans le premier surchauf- feur (c = 0,48).		calories	71,6	81,2
Chaleur absorbée par la vapeur dans le deuxième sur- chauffeur (c = 0,48)		calories	27,8	34,3
Chaleur totale absorbée.		--	698,7	708,3
Quantité de vapeur produite par kilogramme de charbon et par heure		kilogr.	8,18	8,24
Température moyenne des gaz à l'entrée de la che- minée		degrés	491	211
Rendement thermique :				
Chaleur produite par la combustion, par heure.		calories	205 800	246 030
Chaleur utilisée {	par la vaporisation	calories	134 010	161 480
	soit.	%	65,1	65,6
	par le premier surchauffeur	calories	15 300	20 010
	soit.	%	7,4	8,5
	par le deuxième surchauffeur	calories	5 940	8 830
	soit.	%	2,9	3,6
et AU TOTAL.		%	75,4	77,7

Le tableau III résume les mesures relevées sur le moteur :

TABLEAU III.

Durée de l'essai heures	3	4
Nombre de tours par minute.	219,3	219,2
Puissance { avant. chevaux	12,4	14,6
du cylindre H. P. { arrière —	12,4	13,8
	24,8	30,4
Puissance { avant. —	10,8	14,1
du cylindre B. P. { arrière —	11,4	14,9
	22,2	29,0
Puissance indiquée totale P_i	47,0	59,4
Puissance effective mesurée sur l'arbre du premier moteur P_e	43,2	55,1
Rendement $\frac{P_e}{P_i}$ %	91,9	92,7
Consommation { par cheval-heure indiqué . . . kilogr.	4,53	4,34
de vapeur { par cheval-heure effectif. . . . —	4,95	4,67
Chaleur absorbée par cheval-heure indiqué. . . calories	3 306	3 219
Consommation { par cheval-heure indiqué . . . kilogr.	0,56	0,53
de charbon { par cheval-heure effectif. . . . —	0,60	0,56
Rendement thermique correspondant %	19,3	19,8
Rendement thermique correspondant, en ramenant à 0 degré la température de l'eau d'alimentation.	18,3	18,9
Rendement global de la chaudière et du moteur, rapporté à la puissance effective %	43,4	14,3

Ces chiffres sont dignes d'être signalés, surtout en raison de la faible puissance de la machine : 60 chevaux seulement.

Le tableau IV fait ressortir les données relatives à l'établissement des diagrammes thermiques du fonctionnement de la locomobile :

TABLEAU IV.

	1 ^{er} ESSAI	2 ^e ESSAI
Quantités de vapeur introduites, par heure, { dans le cylindre H. P. . kilogr.	266,4	309,9
{ dans le cylindre B. P. . —	225,3	271,4
Quantité de chaleur introduite dans le cylindre H. P. par 1 kilogr. de vapeur vive calories	726,3	741,7
équivalent { du travail indiqué dans le cylindre H. P. . .	74,7	75,8
{ par kilogramme de vapeur.	61	63
calorique { du travail indiqué dans le cylindre B. P. . .	67,3	70,2
{ par kilogramme de vapeur.	54,0	58,3

Les diagrammes (fig. 8 et 9) sur lesquels sont tracées les courbes de saturation et les courbes de surchauffe adiabatique font ressortir, pour chacun des essais, les conditions de fonctionnement de la locomobile. Dans le premier, le grand cylindre seul se trouve fonctionner avec la vapeur surchauffée, mais le contour du diagramme relatif au petit cylindre se confond sensiblement avec la courbe de saturation, et il n'y a pas condensation. Dans le deuxième essai, les conditions sont meilleures, et la vapeur reste surchauffée dans les deux cylindres pendant la plus grande partie de la détente.

En effet, la surchauffe initiale atteignant ici 360 degrés, et la période d'admission étant portée à 33,5 %, la vapeur se trouve encore à 222 degrés à la fin de l'admission, c'est-à-dire à 44 degrés au-dessus de son point de saturation. L'absorption de chaleur par les parois, pendant cette période, est 8,9 % de celle qui est apportée au cylindre par la vapeur.

Un cylindre H. P. de plus grand diamètre, dans lequel la période d'admission serait plus réduite, fonctionnerait dans des conditions moins avantageuses, puisque le contour du diagramme rentrerait alors en dedans de la courbe de saturation, la perte par les parois s'accroissant avec le diamètre du cylindre. Cette influence est surtout sensible dans une machine de faible puissance.

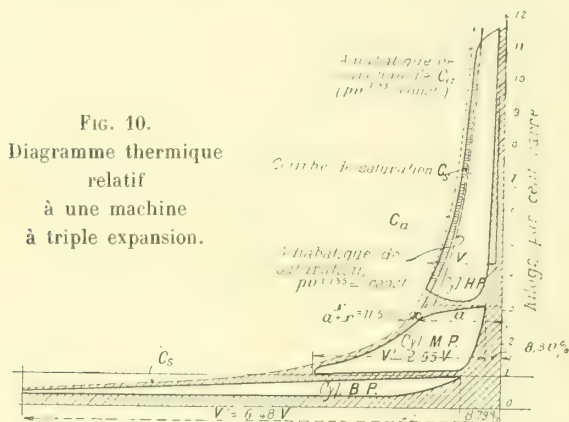


FIG. 10.
Diagramme thermique
relatif
à une machine
à triple expansion.

Le diagramme de la figure 10 le montre bien, en accusant l'insuffisance de surchauffe dans les cylindres M. P. et B. P. d'une machine à triple expansion, de 175 chevaux, fonctionnant dans des conditions analogues à celles de la locomobile Wolf. L'utilité du second surchauffeur de la locomobile est ainsi mise en évidence; il a, d'ailleurs, été composé de nombreux tubes parallèles assez courts, de façon à réduire au minimum la perte de pression entre les deux cylindres. Aussi, grâce à ce surchauffeur, le poids de vapeur qui agit effectivement dans le grand cylindre est le même que dans le petit cylindre; dans la plupart des machines fixes, au contraire, la vapeur du grand cylindre est saturée (41,5 % d'humidité au cylindre M. P. sur le diagramme, figure 10).

Dans le cas présent, cette surchauffe a, en outre, l'avantage de se faire tout simplement aux dépens des gaz brûlés, en utilisant leur chaleur résiduelle. Une simple surchauffe de 60 à 70 degrés suffit, comme le montre la figure 9, à reporter le diagramme sensiblement en dehors de la courbe de saturation.

Une autre circonstance, qui agit favorablement, en réduisant à presque rien les pertes par les parois du grand cylindre pendant l'admission, est la disposition de ce cylindre, en quelque sorte dans la chaudière même, de manière qu'il est constamment réchauffé par la vapeur vive, sans combinaison d'enveloppe et de circulation spéciale.

Le rendement thermique de 48,9 % (tableau III), rapporté à la puissance indiquée, ou 47,5 %, rapporté à la puissance effective, et

avec l'eau d'alimentation supposée à 0 degré, atteint par la locomobile Wolf, se rapproche beaucoup, fait remarquer M. Josse, de celui qu'on obtient avec de puissantes machines fixes à double et triple expansion, très bien construites, mais ne bénéficiant pas des mêmes dispositifs spéciaux et de la suppression des conduites de vapeur, qui amènent toujours une perte notable de chaleur.

Ces bons résultats se traduisent par une économie de charbon, que fait ressortir le diagramme comparatif de la figure 11; la consommation, en calories par cheval-heure effectif, de la locomobile Wolf est inférieure à celle de deux autres machines de 200 chevaux, et, à pleine charge, atteint presque le même chiffre qu'une machine Sulzer

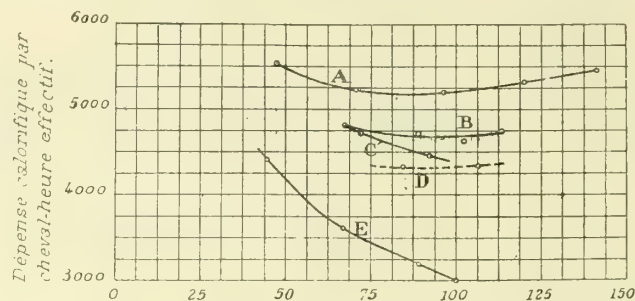


FIG. 11. — Comparaison des dépenses de chaleur pour cinq moteurs, en fonction de leur puissance effective.

A, machine compound à surchauffe, de 200 chevaux; — B, locomobile à surchauffe, de 200 chevaux; — C, locomobile Wolf; — D, machine Sulzer, de 4 500 chevaux; — E, moteur à gaz Deutz, de 450 chevaux.

de 4 500 chevaux, installée à la station centrale de Moabit, à Berlin. Dans ce diagramme, les puissances sont portées en abscisses, et la puissance normale est représentée par 100.

On a représenté, sur le même diagramme, la courbe correspondante relative à un moteur à gaz pauvre de 450 chevaux; celui-ci paraît beaucoup plus économique, mais, si l'on tient compte de la différence de prix entre le charbon et l'anthracite, le cheval-heure coûte plus cher avec le moteur à gaz, au moins pour les charges inférieures à 75 % de la puissance normale. Pour la pleine charge, il y aurait à peu près équivalence entre la machine Sulzer, le moteur à gaz et la locomobile Wolf.

Les particularités de construction et de fonctionnement de la locomobile Wolf à double surchauffe, sur lesquelles le rapport de M. Josse a attiré l'attention, semblent marquer un degré nouveau dans l'amélioration du rendement thermique des installations à vapeur, en ce qui concerne à la fois la chaudière et le moteur, et serviront sans doute de point de départ à de nouveaux perfectionnements dans ce sens.

CH. DANTIN.

MÉCANIQUE

AMORTISSEUR PNEUMATIQUE POUR VOITURES système Bernard et Patoureau.

Au début de l'industrie de la carrosserie, les caisses des voitures reposaient directement sur les essieux, sans interposition d'organes destinés à amortir, pour les voyageurs, les cahots de la route. Les progrès de la métallurgie permirent plus tard d'intercaler, entre les essieux et les châssis, des ressorts en acier absorbant, partiellement au moins, les chocs dus à l'état imparfait des chemins.

Il en fut ainsi jusqu'à l'apparition des automobiles. L'accroissement de vitesse réalisé par ce nouveau mode de locomotion conduisit, dans l'intérêt de la conservation des roues, à l'emploi des bandages en caoutchouc, pleins, creux ou pneumatiques, adaptés aux jantes des roues.

La suspension des châssis par l'intermédiaire des ressorts métalliques, tels qu'ils sont appliqués jusqu'ici, présente un certain nombre d'inconvénients.

Les ressorts sont calculés en vue de la plus forte charge que doit porter l'essieu. Il en résulte que, par exemple, dans une voiture à quatre places, on est bien lorsque les quatre places sont occupées, mais, s'il n'y a qu'une personne dans la voiture, ce voyageur subit des réactions assez fortes, dues à ce que le ressort est trop puissant pour la charge qu'il supporte en ce moment.

Les réactions des ressorts déterminent des trépidations pénibles à ressentir, et qui s'accompagnent d'un bruit désagréable et incommode. Ces trépidations tendent à faire bondir le châssis de bas en haut; il arrive parfois que la roue quitte le sol. Le défaut d'adhérence qui en résulte diminue le rendement et peut faciliter le dérapage de la voiture.

Les vibrations déterminées par l'emploi des ressorts sont préjudiciables aux organes métalliques, dont elles altèrent la texture moléculaire.

Enfin, ces trépidations et vibrations contribuent pour une bonne part à la détérioration des routes.

L'emploi des bandages élastiques, pleins, creux ou pneumatiques, disposés à la jante des roues, ne diminue que faiblement les inconvénients que nous venons de signaler. Pour les atténuer dans une très forte mesure, M. Patoureaux a eu la pensée de faire reposer les châssis sur les ressorts par l'intermédiaire de coussins pneumatiques spéciaux se déformant d'une manière rationnelle et voulue sous l'action des chocs, et absorbant progressivement les réactions dues aux inégalités du chemin.

Les vibrations auxquelles était soumis le châssis disparaissent, et les déplacements verticaux de ce dernier sont très diminués.

L'appareil qui permet d'obtenir ce résultat a reçu le nom d'amortisseur pneumatique Bernard et Patoureaux.

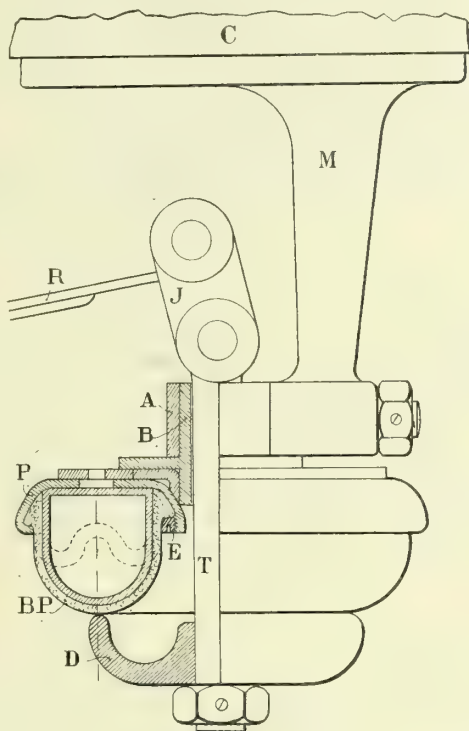
Le ressort R est fixé par son extrémité aux jumelles J (fig. 1), mais celles-ci, au lieu d'être reliées directement aux mains M, qui reçoivent le châssis C, y sont reliées par l'intermédiaire de l'amortisseur.

A cet effet, l'extrémité inférieure des jumelles est reliée à une tige T portant un plateau circulaire D évidé, en acier. La fonction de ce plateau est de pénétrer dans l'amortisseur pneumatique BP propre-

FIG. 1.

Coupe transversale
d'un amortisseur
pneumatique
pour essieu
de 1000 kilogrammes.

C, châssis;
M, main;
A, anneau;
B, bague en bronze;
R, ressort;
J, jumelles;
T, tige;
P, plateau;
BP, amortisseur;
E, écrou;
D, plateau de déformation.



ment dit, et de le déformer rationnellement, c'est-à-dire en faisant travailler ses parois normalement. Cette déformation rationnelle permet d'obtenir l'effet utile de l'appareil, et assure son bon fonctionnement.

Le pneumatique BP, qui présente la forme d'un rectangle terminé par un demi-cercle, est constitué par une chape à talon et une chambre à air valvée. Il se loge dans un plateau circulaire en acier P, sous lequel s'appuie l'anneau bague A, relié à la main M. C'est dans l'intérieur de cet anneau que coulisse la tige T.

Lorsque la roue rencontre un obstacle, le choc est transmis à l'essieu, au ressort, et par lui à l'amortisseur, qui absorbe le choc sans le communiquer au châssis.

Les avantages dus à l'emploi de l'amortisseur pneumatique résultent de ce qui vient d'être exposé. Les vibrations sont supprimées; le châssis, mis à l'abri des chocs, n'est plus exposé aux mouvements verticaux de trépidation; le bruit est sensiblement atténué. L'adhérence des roues sur le sol, le rendement, sont augmentés; le dérapage est rendu moins facile. Enfin, l'amortisseur exerce une heureuse influence sur la bonne conservation des routes.

On remarquera aussi qu'il est facile d'arriver à un réglage automatique de la suspension.

Supposons, par exemple, que l'essieu doive supporter une charge de 1000 kilogr., nécessitant, pour être équilibrée, une pression de 2 kilogr. dans le pneumatique. Si, au lieu de comprimer jusqu'à 2 kilogr., on comprime seulement jusqu'à 1 kg 500, la pression intérieure étant insuffisante, l'amortisseur se déformera et le plateau de déformation pénétrera dans le pneumatique. Mais la déformation pro-

duite diminuant le volume, la pression augmentera et lorsqu'elle atteindra 2 kilogr. le système sera en équilibre.

Si l'on vient alors à diminuer la charge de 200 kilogr., par exemple, la pression intérieure qui équilibrait 1000 kilogr. sera trop forte; elle tendra à chasser le plateau de déformation, le volume intérieur du pneumatique augmentera, et la pression diminuera jusqu'à ce qu'elle soit devenue capable d'équilibrer 800 kilogr. L'équilibre sera établi à ce moment.

L'amortisseur rend de grands services quelle que soit la nature du bandage des roues, mais c'est principalement avec les bandages métalliques et avec les bandages élastiques pleins ou creux que son utilité

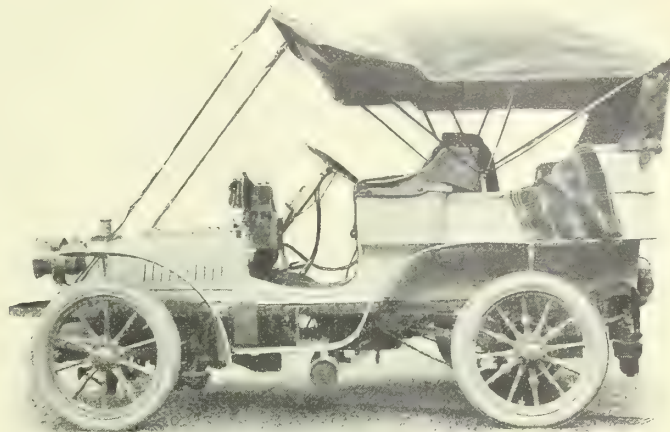


FIG. 2. — Automobile de tourisme munie d'amortisseurs pneumatiques.

s'affirme. Les figures 2 et 3 montrent l'application de l'amortisseur à une voiture et à un camion.

La suspension des véhicules n'est pas la seule application que puissent recevoir les amortisseurs Bernard et Patoureaux; ils peuvent être employés chaque fois qu'on veut atténuer et absorber progressivement les effets brusques de l'inertie. Ils peuvent fonctionner comme tampons, freins, régulateurs; on peut les monter sur des barres d'attelage, sur des chaînes de treuils, palans, cabestans. On comprend

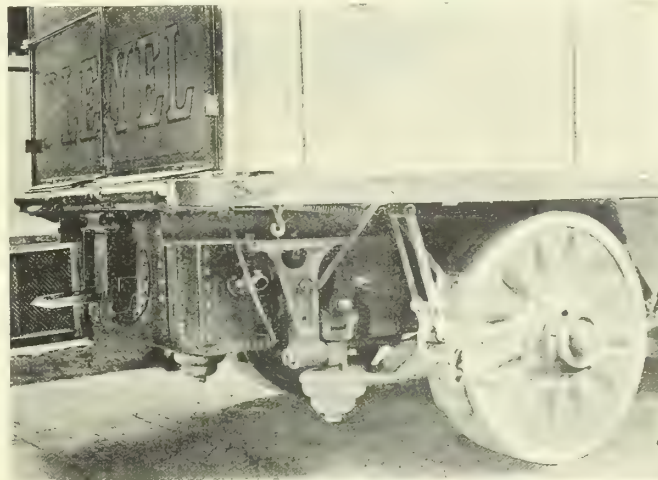


FIG. 3. — Arrière d'un camion automobile muni d'amortisseurs pneumatiques.

quels services ils peuvent rendre dans les voitures d'ambulances, le transport des objets fragiles, etc.

La sensibilité de l'appareil, la douceur d'allure qui résulte de son emploi sont encore augmentées en faisant communiquer l'amortisseur avec un réservoir. S'il est appliqué à un véhicule muni de freins pneumatiques, on peut le faire communiquer avec la conduite des freins.

Les résultats obtenus jusqu'ici par l'emploi des amortisseurs Bernard et Patoureaux paraissent être de nature à en présager un rapide développement.

Henri MAMY.

Ingenieur des Arts et Manufactures.
Directeur de l'Association des Industriels de France
contre les Accidents du travail.

VARIÉTÉS

Chasse-neige automoteur du chemin de fer électrique de Saint-Gall à Trogen (Suisse).

Le *Génie Civil* a décrit tout récemment ⁽¹⁾ les installations du chemin de fer électrique de Saint-Gall à Trogen, où la neige est très abondante pendant tout l'hiver. Nous compléterons ces renseignements par quelques détails relatifs au chasse-neige qui a été construit pour cette ligne par les Ateliers d'Oerlikon et par la Maschinenbaugesellschaft, de Nuremberg. C'est un fourgon automoteur à deux essieux,

Deux plaques de tôle qui prolongent les socs de chaque côté du véhicule servent à déblayer la voie sur toute sa largeur. Ces plaques sont mobiles autour d'un axe vertical. La hauteur des charrues au dessus du sol peut être modifiée de l'intérieur du fourgon. En cas d'accident à l'équipement électrique, le fourgon chasse-neige peut être remorqué par une voiture automotrice; il suffit, pour cela, d'enlever l'une des charrues.

L'enlèvement de la neige et le nettoyage de la voie est complété par le fonctionnement de deux balais rotatifs dont l'axe est à 45 degrés par rapport à celui du fourgon. Ces balais sont commandés, au moyen d'une chaîne Galle, par un moteur électrique de 35 chevaux, logé à l'intérieur du fourgon. Leur hauteur au-dessus de la voie peut être

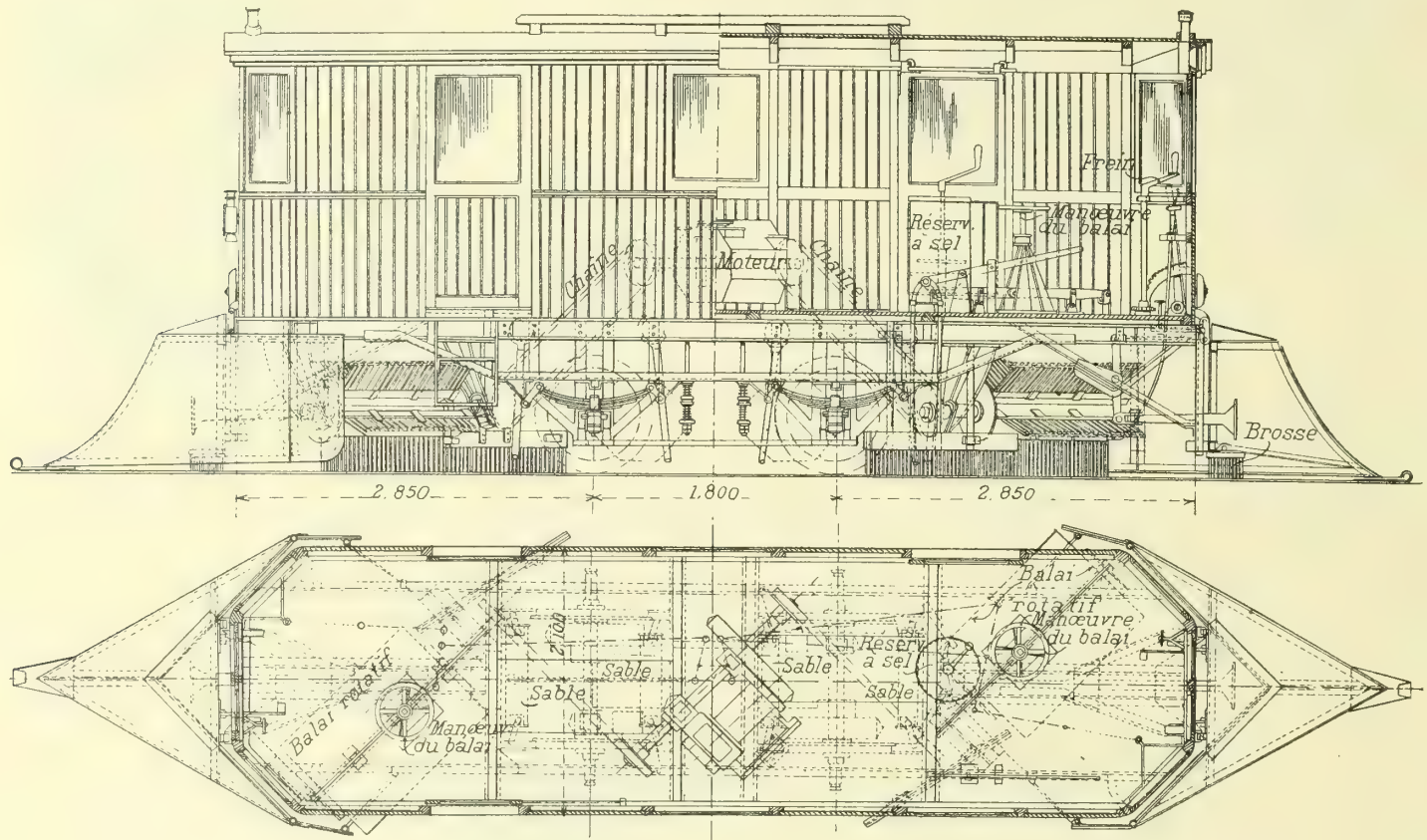


FIG. 1 et 2. — Coupe verticale et plan du chasse-neige automoteur du tramway de Saint-Gall.

muni de charrues, de balais rotatifs, de sablières et d'un appareil à saler.

La caisse, en bois de chêne et de sapin, est montée sur un châssis en fer. Afin de pouvoir loger commodément sous le plancher les balais rotatifs et les autres appareils dont nous parlerons un peu plus loin, on a été obligé de remonter la cote du plancher à 4^m 30 au-dessus du niveau des rails. Cette caisse est suspendue sur quatre ressorts à lames, fixés aux boîtes d'essieux. Le frein à main agit sur huit sabots; la disposition de la timonerie est telle que même au cas où une tige de freinage viendrait à casser, on pourrait toujours freiner un essieu.

Équipement électrique. — Sur le fourgon sont montés deux moteurs-série de traction, de 35 chevaux chacun, enroulés pour une tension de 750 volts. Cet équipement est complété par deux controllers série-parallèle (un sur chaque plate-forme), deux disjoncteurs, deux prises de courant à trolley et tous les accessoires ordinaires.

Un troisième moteur du même type, et commandé aussi à partir de chaque plate-forme, est installé dans l'intérieur du fourgon, pour la commande des balais rotatifs. Un moteur excité en dérivation conviendrait toutefois mieux pour cette commande, afin de donner une vitesse de rotation uniforme. Aussi se propose-t-on de faire cette transformation au fourgon actuel.

Le distributeur de sel, placé à l'intérieur de la voiture, est un récipient cylindrique en tôle pourvu d'une manivelle qui commande le mécanisme destiné à désagréger et à faire couler le sel sur les deux rails.

Dispositifs pour le déblayement de la neige. — On a prévu, à cet effet, à chaque extrémité du fourgon une charrue construite en tôle très forte. La pointe de cette charrue est recourbée pour éviter qu'elle ne risque de se piquer dans un obstacle, ce qui entraînerait forcément sa dislocation.

réglée par le conducteur, à partir de chaque plate-forme. Les brosses sont formées par des baguettes en acier très flexibles, de section rectangulaire, repliées sur des traverses en frêne qui les maintiennent et constituent des brosses plates. Chaque balai est formé de cinq brosses plates.

En outre, des planches, faisant suite aux balais rotatifs, nettoient la voie au delà de leur rayon d'action. Ces planches sont mobiles dans des glissières verticales et peuvent, par conséquent, suivre toutes les inégalités de la voie.

Quand la neige n'est pas abondante, on obtient un nettoyage suffisant des rails au moyen des brosses triangulaires, placées au devant des roues. Ces brosses sont, comme les précédentes, formées par des baguettes en acier, et assurent un bon contact avec les rails, même si le verglas, couvrant les rails ou les roues, empêche le passage du courant à la manière ordinaire.

Le poids du fourgon automoteur complet est de 12^t 5.

Action du radium sur le diamant.

Dans une conférence faite à Kimberley, dans l'Afrique du Sud, au centre même du district diamantifère, lors de la dernière réunion de la British Association, sir William Crookes a exposé les résultats qu'il a obtenus en étudiant l'action du radium sur le diamant.

Le diamant, comme on pouvait s'y attendre, acquiert la radioactivité induite, mais, de plus, il est très sensible aux rayons α ⁽¹⁾ sous l'influence desquels il acquiert un scintillement assez considérable pour qu'une couche de poudre de diamant étendue sur l'écran du spinthariscopes produise le même effet que le sulfure de zinc.

Par un contact prolongé avec le bromure de radium, les diamants primitivement incolores acquièrent une coloration bleue persistante,

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVII, n° 17, p. 273.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 12, p. 184.

qui est de nature à augmenter leur valeur comme pierres de fantaisie, cette teinte, quand elle est naturelle, étant assez rare et assez recherchée.

La coloration ne disparaît pas si on chauffe le diamant au rouge; elle persiste également si on le chauffe dans un mélange d'acide nitrique et de chlorate de potassium, mélange qui, agissant sur les différentes variétés de carbone, ne laisse inattaqué que le diamant.

Si le séjour dans le bromure de radium va jusqu'à une douzaine de mois, la coloration bleue s'accompagne d'une forte radioactivité qui résiste aux traitements les plus énergiques, comme la coloration elle-même, et qui ne semble point disparaître avec le temps. De plus, les radiations émises affectent des formes géométriques régulières.

Un pareil diamant, chauffé lentement dans l'obscurité, apparaît phosphorescent un peu avant que le rouge sombre soit visible. Après refroidissement, la coloration et la radioactivité ne semblent pas avoir été affectées.

Tous ces faits conduisent sir William Crookes à penser que les modifications apportées par le radium ne s'arrêtent point à la couche superficielle du diamant, mais existent dans toute la masse du cristal.

Le dégraissage de la laine par le silicate de soude.

Le dégraissage de la laine est peut-être l'une des plus intéressantes parmi les nombreuses applications industrielles du silicate de soude (verre soluble). L'idée de son emploi à cet usage paraît avoir pris naissance en Angleterre, par suite du désir des usiniers de rechercher

une substance de peu de valeur qui pût être substituée au savon, et qui, n'étant pas chargée d'alcali libre, n'attaquât pas la fibre laineuse.

Le silicate sodique possède la propriété d'émulsionner et de dissoudre très bien les substances grasses dont l'ensemble constitue le suint, et cela sans en altérer aucune. Il faut cependant que trois conditions soient réalisées pour que ce résultat soit obtenu : le silicate doit être neutre, sa solution doit être diluée, et le bain de lavage ne doit pas être chaud. La *Conceria Italiana* indique la technique opératoire de son emploi.

Pour préparer le bain de silicate neutre de soude, on emploie généralement 2^{kg} 500 de sel pour 100 litres d'eau, la solution étant portée à + 50 degrés. On y plonge la laine, qui est laissée en contact avec le liquide pendant un temps que la pratique peut seule déterminer. Au sortir du bain, elle est lavée avec soin sous un courant d'eau pure, puis égouttée, exprimée et séchée.

Souvent, le dégraissage se fait en deux temps. On monte le premier bain en faisant dissoudre 2 parties de silicate de soude dans 100 parties d'eau chauffée à + 50 degrés; on y laisse la laine de dix à douze minutes, puis on la porte dans un second bain, chauffé à 33-40 degrés qui contient 1 partie de silicate de soude pour 100 parties d'eau. La durée de la seconde immersion est de quinze à vingt minutes. Au sortir de ce bain, la laine est longuement lavée à l'eau froide, puis exprimée et séchée. Il est bon de ne pas l'employer immédiatement.

L'économie réalisée par l'emploi du procédé au silicate de soude est de 40 % environ sur la dépense de savon qui serait nécessaire pour obtenir le même résultat.

Cribles de la distribution d'eau de Newark (New-Jersey, États-Unis).

La ville de Newark (New-Jersey) modifie actuellement son service de distribution d'eau. La nouvelle installation comporte un très grand réservoir dont la longueur est de 1 600 mètres et la largeur de 200 mètres. Sa capacité de 3 150 000 mètres cubes constitue une réserve d'environ un mois.

Les eaux de la Pequannah River, qui alimentent ce réservoir, entraînent avec elles des quantités très abondantes de matériaux solides; pour les en débarrasser on doit les tamiser avant qu'elles ne passent dans la canalisation. C'est dans ce but qu'entre le réservoir et les vannes de la distribution sont interposés quatre puits munis de cribles imaginés par M. E. Davis et décrits dans l'*Engineering Record*, du 3 juin.

Dans la maçonnerie des puits sont scellées des glissières en fonte dans lesquelles coulisent les cadres des cribles. Ces cadres sont constitués par des T en acier de 60 x 60 x 9 millimètres, dont l'assemblage constitue des panneaux de près de 2 mètres carrés de surface. Le remplissage des cadres est formé par une feuille de cuivre rivée sur l'âme du T; cette feuille est percée de trous de 8 millimètres dont les centres sont distants de 11 millimètres. Le cadre est renforcé par des goussets d'angle sur lesquels sont rivés les supports des galets de roulement (fig. 1, 2 et 3).

Au milieu du bord supérieur du cadre sont fixées deux mâchoires à glissières poussées vers le haut par deux ressorts à boudin *a* contenus dans des tubes intérieurs (fig. 4 et 5). Les glissières sont convergentes, de sorte que l'écartement des mâchoires se trouve réduit quand elles sont soulevées librement par les ressorts. Lorsque les cadres du crible sont en place, les mâchoires de chaque panneau sont

pressées par les cadres supérieurs, elles occupent alors la position inférieure et leur écartement est maximum. Tout l'effort de traction, lorsqu'on soulève les cadres, s'exerce au milieu du bord supérieur, aussi a-t-on dû, pour éviter les déformations, renforcer cette partie au moyen de deux tirants boulonnés sur les bords latéraux (fig. 2).

Comme on est obligé de soulever assez souvent ces cribles pour les nettoyer, que leur poids est assez grand et la profondeur des puits de plus de 18 mètres, on a adopté un système de levage mécanique dont l'ensemble est représenté sur la figure 6.

Au-dessus de chacun des puits est centrée, sur un arbre horizontal, une roue à noix. Sur chacune de ces roues vient s'engager une chaîne sans fin qui descend jusqu'au fond du puits. Chacune des chaînes porte deux maillons spéciaux plus larges que les autres. Quand les mâchoires des cadres occupent la position inférieure, leur écartement est maximum: elles laissent passer tous les maillons, y compris les deux spéciaux. Au contraire, quand elles occupent la position supérieure, les ressorts étant détendus, les maillons ordinaires peuvent seuls passer, les deux mail-

lons spéciaux sont retenus et le panneau se lève.

Le panneau enlevé par la chaîne arrive sur un plancher supérieur, les mâchoires sont poussées à fond, les gros maillons sont dégagés, la chaîne peut continuer son mouvement; elle saisit le panneau immédiatement inférieur au précédent et ainsi de suite.

L'arbre sur lequel sont centrées les roues à noix reçoit son mouvement d'un moteur à essence de quatre chevaux faisant 255 tours à la minute par l'intermédiaire d'une transmission par courroie et roues dentées. La mise en route se fait au moyen d'un embrayage à friction; la transmission à engrenages coniques permet de renverser le sens de rotation de l'arbre. La manœuvre se fait assez rapidement, les cadres sont enlevés à une vitesse de 6 mètres environ à la minute.

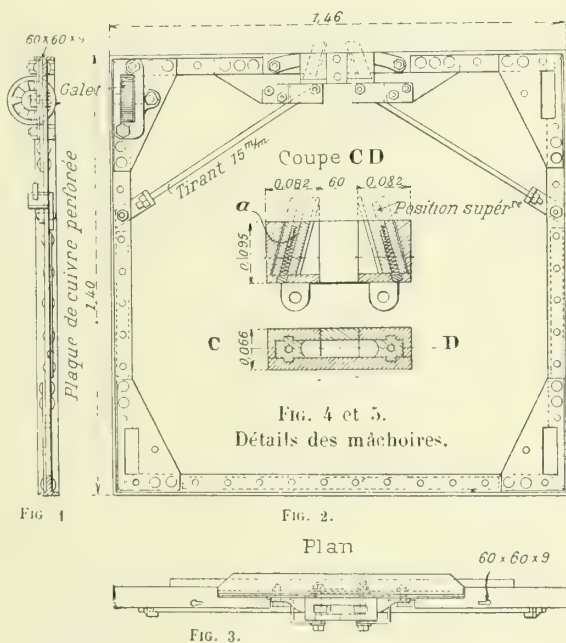


Fig. 1, 2 et 3. — Élévation, vue latérale et plan d'un panneau-tamis.

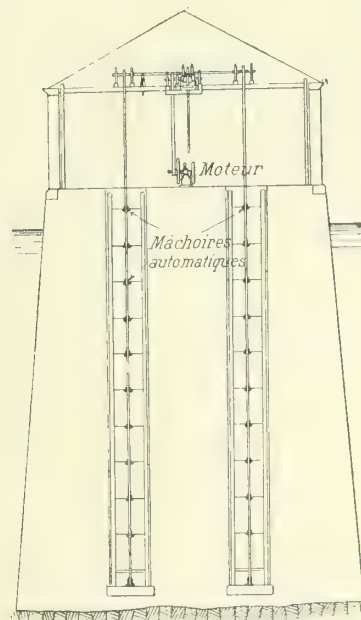


Fig. 6. — Prise d'eau de Newark (New-Jersey). Installation des puits de tamisage.

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

Académie des Sciences.

Séance du 16 octobre 1905.

Chimie biologique. — *Sur le développement de l'amylase pendant la germination des grains.* Note de M. Jean EFFRONT, présentée par M. Maquenne.

En déterminant la teneur en amylase des grains en germination, l'auteur a constaté que leur pouvoir saccharifiant et leur pouvoir liquéfiant se développent inégalement.

Le pouvoir saccharifiant augmente irrégulièrement avec la durée de la germination et, après avoir atteint son maximum, diminue graduellement.

Le développement du pouvoir liquéfiant est plus lent, mais plus régulier, jusqu'à ce qu'il arrive à son maximum, auquel il se maintient assez longtemps.

La différence dans le développement des deux propriétés de l'amylase est particulièrement marquée lorsque la germination se produit au soleil : le grain acquiert alors un maximum de pouvoir liquéfiant, tandis que la valeur du pouvoir saccharifiant se trouve réduite de 40 à 50 %. Le malt préparé à l'ombre et exposé ensuite à l'action des rayons solaires conserve très longtemps son pouvoir liquéfiant, mais perd de sa propriété saccharifiante.

Quand on conduit la germination à 15 degrés centigrades, on arrive au maximum de diastase après dix ou onze jours. Les conditions chimiques jouent un très grand rôle dans le développement de la diastase ; ainsi l'action des agents chimiques sur la germination de l'orge est très complexe. Elle porte, soit sur le pouvoir germinatif, en augmentant ou en diminuant le nombre des grains germés, soit sur le pouvoir saccharifiant, soit sur le pouvoir liquéfiant, soit enfin sur deux ou trois de ces propriétés.

Les phosphates, l'eau de chaux et le sulfate de cuivre (à 0^{re} 5 par litre) favorisent la germination. Le xylol, à la dose de 1 centimètre cube par litre, agit favorablement sur les deux pouvoirs germinatif et saccharifiant. Le chlorure d'ammonium augmente le pouvoir liquéfiant. L'acide lactique à 2 grammes par litre, la peptone végétale et l'hypochlorite de chaux favorisent à la fois la germination et les deux effets diastasiques. Le sulfate de cuivre à 1 gramme par litre, la soude décinormale favorisent dans une certaine mesure le développement de la plumule au détriment des racelles. L'hypochlorite de chaux en présence d'alcali favorise le pouvoir germinatif, mais nuit à la formation de la diastase, tandis qu'à l'état normal, tout en augmentant le pouvoir de germination, il augmente la force de l'amylase de 40 à 50 %. La dose la plus favorable est de 0^{re} 5 à 0^{re} 7 de chlore actif par litre.

Chimie végétale. — *Sur la dessiccation absolue des matières végétales.* Note de M. L. MAQUENNE.

Dans une série de notes présentées à l'Académie, que le *Génie Civil* a signalées (1), et qui sont relatives à la dessiccation des plantes, M. Berthelot a montré qu'il existe, entre une matière végétale et l'atmosphère, un état d'équilibre qui est fonction de l'état hygrométrique de l'air et qui permet à la substance sèche de récupérer rapidement, lorsqu'on l'abandonne à elle-même, l'eau qu'on lui avait fait perdre par la chaleur ou le vide.

M. Maquenne a reconnu que cet équilibre est d'ordre absolument général et qu'il subsiste encore, entre l'atmosphère et les corps amylacés, aux plus hautes températures que ceux-ci puissent supporter pendant quelques heures sans subir de décomposition apparente.

Les pesées doivent être faites dans un pèse-filtres bouché à l'émeri ; en aucun cas une farine sèche ne doit rester plus de quelques secondes au contact de l'air libre, sous peine de la voir reprendre de l'eau, conformément au principe de réversibilité indiqué par M. Berthelot.

Les résultats d'expériences faites par l'auteur sur des farines, amidons et féculs, montrent que les matières amylacées, et en particulier l'amidon pur, se laissent très facilement et rapidement dessécher dans l'air sec ; dans ces conditions, la perte d'eau est plus grande qu'à l'étuve, ce qui permet d'expliquer pourquoi les graines diminuent davantage de poids dans le vide à 40 degrés que dans l'air à 110 degrés. Ils conduisent à formuler les conclu-

sions suivantes, qui présentent une réelle importance dans l'étude des produits alimentaires :

1^{re} La constance de poids d'une matière végétale, après quelque temps de séjour à l'étuve, dans l'air commun, ne peut être, à aucune température, considérée comme un criterium de dessiccation parfaite ;

2^{re} L'emploi de l'étuve ordinaire doit être absolument proscrit dans l'analyse rigoureuse des corps très hygrométriques, tels que l'amidon, les farines ou les graines entières ;

3^{re} La dessiccation absolue de ces substances ne peut être réalisée, même à haute température, que dans un milieu dépouillé de vapeur d'eau ; elle paraît être complète après une heure de chauffe à 120 degrés et deux heures de chauffe à 100 degrés, dans un courant d'air sec.

Dans ces circonstances, la matière reste inaltérée, et la teneur en eau est trouvée supérieure de 1 % environ à celle qu'auraient donnée, en un temps beaucoup plus long, les méthodes ordinaires.

Elasticité. — *Sur le calcul d'une arche en maçonnerie.* Note de M. AURIC, présentée par M. Maurice Lévy.

En cherchant à appliquer la méthode indiquée par M. Résal au calcul d'une voûte en maçonnerie, M. Auric a reconnu que la solution pouvait être obtenue entièrement au moyen de calculs algébriques relativement peu compliqués dans le cas particulier où la fibre moyenne affecte la forme d'un arc de cycloïde et où l'épaisseur e de la voûte est donnée par la formule :

$$e = b \sqrt{1 + \frac{s^2}{c^2}}$$

b , c étant des coefficients numériques et s la longueur de l'arc de la fibre moyenne comptée à partir de la clef.

L'auteur montre comment la courbe peut être construite par points et donne les formules permettant de calculer : le moment fléchissant dû aux charges permanentes et accidentelles, la poussée et la valeur de son ordonnée sur la retombée de la fibre moyenne. Ces formules permettent aussi de tracer la courbe des pressions.

Électricité. — I. — *Sur un phénomène de refroidissement observé dans les fils d'argent plongés dans l'eau et parcourus par des courants électriques.* Note de M. E. ROGOVSKY, présentée par M. Lippmann.

Au cours de recherches sur la conductibilité extérieure des fils d'argent plongés dans l'eau, M. Rogovsky a observé que la résistance des fils plongés dans l'eau diminue d'abord quand le courant électrique qui passe à travers ces fils s'agrandit, pour augmenter ensuite ; par conséquent, la température du fil, entre des limites déterminées de l'intensité du courant, s'abaisse au lieu de s'élever. L'auteur donne quelques exemples et déduit de ses observations que pour obtenir les valeurs exactes de la résistance des fils dans un liquide à la température de ce liquide, il faut les extrapoler d'une série d'observations faites à diverses intensités du courant électrique.

II. — *Paratonnerre à cornes dentelées.* Note de M. G.-M. STANOÏEVITCH, présentée par M. Janssen.

Pour protéger les lignes et réseaux électriques contre les décharges d'électricité atmosphérique, on emploie des paratonnerres dits à cornes et on règle la distance entre les cornes d'après la différence de potentiel du réseau à protéger. Cette distance est faible dans les parties les plus rapprochées si la différence de potentiel est faible, et il arrive que les gouttes de pluie ou autres corps étrangers, passant entre les deux branches, établissent un court-circuit.

L'auteur pense qu'on éviterait ces inconvénients si l'on employait l'effet des pointes, en multipliant les cornes et en remplaçant les tiges par des surfaces étroites repliées en zig-zag ou dentelées d'une façon très aiguë, de sorte qu'entre les deux branches dentelées puisse s'établir l'action des pointes, tout en écartant davantage les branches dans leurs parties les plus rapprochées. L'action du paratonnerre serait, d'ailleurs, plus sensible et plus régulière.

Mécanique agricole. — *Mesure du travail mécanique fourni par les bœufs de race limousine.* Note de M. RINGELMANN, présentée par M. Müntz.

Le travail mécanique fourni pratiquement par un moteur animé est dans un rapport constant avec l'effort maximum qu'il est capable de produire sans déplacement appréciable, et la vitesse maximum qu'il peut prendre sans avoir besoin de fournir d'effort de traction.

La valeur des rapports entre la vitesse maximum et la vitesse moyenne pratique, d'une part, et entre l'effort maximum et l'effort moyen pratique d'autre part, est la même pour une même espèce de bœufs.

Ces considérations ont conduit l'auteur à une méthode permettant de classer rapidement des moteurs animés comparables comme espèce, race, âge et harnachement, pourvu que certaines conditions soient observées relativement au harnachement et à la conduite de l'attelage.

La plus forte paire de bœufs (quatre ans et demi) expérimentée, pesant 1380 kilogr., avec le joug, était capable de fournir, en travail normal, un effort moyen de 317 kilogr. à une vitesse moyenne de 60 centimètres par seconde, soit 190 kilogrammètres par seconde.

A. B.

BIBLIOGRAPHIE

Revue des principales publications techniques.

AGRICULTURE

La question forestière en Espagne. — M. H. CAVAILLÈS, Professeur d'histoire et de géographie au lycée de Bayonne, expose, dans les *Annales de Géographie*, du 15 juillet, la situation forestière défectueuse de l'Espagne, et les efforts entrepris depuis le règne d'Alphonse XII pour améliorer cette situation. L'auteur montre, dans un historique très complet, les différentes phases de la crise forestière dont l'Espagne souffre, depuis la fin du xv^e siècle, où cette crise commence avec l'expulsion des Arabes, jusqu'à la vente des biens de mainmorte, accomplie dans le milieu du xix^e siècle, réforme nécessaire mais mal conduite, qui eut pour conséquence de livrer partout la forêt à l'agriculture extensive et au pâturage abusif.

Bien que l'Espagne, participant par sa végétation et son climat des caractères de l'Europe et de l'Afrique, possède beaucoup d'espèces arborescentes, elle est aujourd'hui le pays de l'Europe le plus pauvre en forêts : sa superficie boisée peut être évaluée à 5 millions d'hectares, soit au dixième de la superficie totale ; de plus, cette aire boisée est dans le plus fâcheux état.

M. Cavailès indique les conséquences de ce déboisement qui, non seulement rend l'Espagne annuellement tributaire des autres pays pour plus de 50 millions de pesetas, mais, encore, aggrave le régime torrentiel de ses cours d'eau. Dans ce pays de contrastes violents, l'inondation est, en effet, le mal endémique, car, sans parler des immenses désastres qu'elle a causés, elle rend tous les cours d'eau inutilisables pour la batellerie et, tandis qu'elle dépouille les plateaux des limons de surface, elle recouvre les régions inférieures de dépôts torrentiels. Pour le moment, les défenseurs de la politique forestière, en Espagne, songent moins à améliorer la navigation intérieure qu'à relever et à protéger l'agriculture menacée.

La réglementation, à laquelle le Gouvernement espagnol fit appel tout d'abord pour remédier à cette situation, ayant donné des déceptions, on eut recours aux travaux de correction et de reboisement. L'effort porta principalement sur le plateau de la Segura et sur le domaine du Guadalquivir, le plus torrentiel de ses affluents. Les résultats ont été excellents. Des travaux de défense ont été également entrepris contre l'envahissement des sables calcaires, par l'établissement de claires de roseaux et la plantation de pins.

Depuis quelques années, l'initiative privée joint heureusement ses efforts à ceux de l'administration espagnole. Elle se manifeste sous deux formes : les entreprises financières et la propagande scolaire ; cette charmante institution, imitée de l'Amérique, consiste à organiser des fêtes annuelles, où les élèves des écoles plantent eux-mêmes des arbres ; en cinq ans, 174 000 arbres ont été ainsi plantés en Catalogne et en Cerdagne (1).

ART MILITAIRE

Les projecteurs électriques en Angleterre. — Dans la *Revue d'Artillerie*, du mois d'août, le capi-

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIV, n° 44, p. 474, et t. XLVI, n° 3, p. 46, n° 4, p. 62, et n° 5, p. 78. (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*).

(1) La Société des Amis des arbres a également organisé des fêtes de ce genre en France, notamment dans le Jura.

tain H. V. FOURNIER étudie les idées actuelles qui ont cours en Angleterre sur l'emploi des projecteurs électriques dans la défense des côtes. L'emploi qui a été fait de ces engins pendant la guerre russo-japonaise a montré toute l'importance de leur rôle à cet égard, et l'on cherche même à l'étendre à l'usage des armées en campagne; un premier essai vient d'en être tenté aux grandes manœuvres françaises de 1905.

Toutefois, si les appareils ont certainement atteint une grande perfection dans leur fabrication, on peut se demander si aucune incertitude ne règne dans leur mise en œuvre à la guerre. Le règlement anglais a cherché tout au moins à poser les principes et les règles d'emploi des projecteurs et ce sont ces principes qu'analyse l'auteur de l'article que nous signalons.

CHEMINS DE FER

Croisement de voies avec rails continus. — L'Engineering News, du 10 août, décrit un système de croisement avec rails continus imaginé par MM. G. LEIGHTON et Ch. HANSEL. Ce système a pour but d'éviter les fortes secousses qui se manifestent avec tant de bruit au passage des croisements ordinaires, et qui sont très préjudiciables à la fois au matériel roulant et aux organes qui forment le croisement.

L'ensemble se compose essentiellement de quatre blocs à rainures, dont les surfaces de contact sont rabotées. Ces blocs se meuvent le long des diagonales, dans les angles du croisement, et leurs mouvements sont connectés de telle façon que le chemin de roulement soit continu, quelle que soit la voie prise par le train. Un enclenchement est formé par des tiges guidées qui s'engagent dans les mortaises des blocs aux deux différentes positions qu'ils occupent.

La manœuvre exige deux leviers spéciaux, un pour les blocs mobiles, et un autre pour les enclenchements; ces leviers sont connectés avec ceux des aiguilles et des signaux, de façon que le rail ne peut être rendu continu que pour la voie qui est rendue libre par l'aiguille et les signaux.

Un croisement de ce genre est en expérience à Grasselli, à l'intersection des voies de l'Indiana Harbor Railway et de l'East Chicago Belt Railway, depuis plus de neuf mois, y compris les mois de l'hiver dernier. Les deux lignes sont à lourd trafic, et comportent une moyenne de trente-trois trains par jour. Jusqu'à ce jour, le fonctionnement a été satisfaisant; la seule usure constatée est localisée sur la surface des rails; les blocs d'angles offrent un aussi bon contact qu'au début. Ces blocs sont, d'ailleurs, en acier coulé dans lequel la proportion de carbone est à peu près la même que celle de l'acier des rails.

Un des avantages de ce système réside dans ce fait qu'aucune des pièces n'a une forme spéciale, elles sont toutes interchangeables; il en résulte un prix de construction relativement faible, et, dans la suite, les réparations seront facilitées.

CONSTRUCTIONS CIVILES

Constructions métalliques pour gares et dépôts de locomotives. — M. SCHWARZE publie, dans les *Annalen für Gewerbe*, du 15 septembre, une courte note accompagnée de photographies, sur les constructions métalliques pour chemins de fer élevées en divers pays par la Société Baume et Merpent. Il cite, entre autres, les ateliers de réparations de locomotives et de wagons à Boulak (Égypte), appartenant aux chemins de fer de l'État égyptien; la gare de Lisbonne, à trois travées parallèles avec fermes cintrées; la gare du Nord, à Paris; celles de Nimègue, de Séville, du Caire, etc., en donnant pour quelques-unes d'entre elles des schémas et des croquis de détails de la charpente, ainsi que les dimensions et données principales de l'ouvrage.

ÉLECTRICITÉ

Usines hydro-électriques de la Rienz et de Malserheide (Autriche). — M. WITZ consacre, dans la *Zeits. des Oesterr. Ing. Vereines*, du 6 octobre, un article détaillé à la description de deux usines hydro-électriques. La première, celle de la ville de Brixen, utilise une chute de 26^m 50 produite par un canal d'aménée et une double conduite forcée. La salle des machines renferme deux groupes électrogènes, avec turbines horizontales à huche fermée de 900 chevaux et alternateurs triphasés montés sur le

même arbre, tournant à 500 tours et donnant du courant à 5 000 volts, 50 périodes. Chaque turbine est à admission centrale et double couronne d'aubages.

Un troisième groupe est prévu pour l'avenir. Deux lignes à haute tension, partie aériennes, partie souterraines, amènent le courant jusqu'à la ville, où la tension est abaissée à 150 volts.

L'usine de Malserheide dessert un ensemble de communes voisines, et utilise l'énergie hydraulique de l'Etzsch, à sa sortie du lac Heidersee situé à l'altitude de 1 460 mètres au-dessus de l'Adriatique. La chute est de 32 mètres. L'installation, analogue à la précédente, comprend deux groupes triphasés à 5 000 volts, de 230 chevaux seulement. Les turbines, du type Francis, tournent à 600 tours. Le réseau primaire a déjà 30 kilom. et dessert quatorze localités au moyen d'une vingtaine de transformateurs qui réduisent la tension à 150 volts.

On trouvera dans l'article de M. WITZ les plans des ouvrages de prise d'eau et des salles de machines de ces deux usines, avec différents détails sur leur installation qui ne s'écarte pas des types aujourd'hui généralement adoptés.

HYGIÈNE

Le chauffe-bains au point de vue hygiénique. — Dans un mémoire communiqué à la Société de Médecine publique de Génie sanitaire, et que publie la *Revue d'Hygiène*, du 20 juillet, M. MOLAS présente un nouveau générateur d'eau chaude sous pression, basé sur le principe de la combustion isolée en milieu équilibré.

Avant de décrire cet appareil, l'auteur passe en revue les systèmes généralement usités jusqu'à ce jour, et les classe en trois grandes catégories : les appareils dits à colonne, chauffés au bois, au charbon ou au gaz; les appareils dits à chauffage instantané, à écoulement libre; enfin, les chauffe-bains instantanés sous pression. Il examine alors méthodiquement les différentes sortes d'accidents que peuvent provoquer ces appareils, les dispositions qui sont prises actuellement et celles qu'il estime nécessaires pour les éviter.

Dans le chauffe-bains dit instantané à pression, qui est le plus répandu, il voit de graves causes d'accidents : 1° s'il est tubulaire, dans l'obstruction de ses sections sous l'influence des dépôts sédimentaires produits par certaines eaux; 2° dans la réduction de volume de l'appareil, qui ne permet plus un contact suffisant entre les gaz de la combustion et les surfaces de chauffe, et qui, de plus, élève dans des proportions nuisibles la température de la pièce; 3° dans la hauteur insuffisante du foyer, qui s'oppose à la combinaison complète du combustible et du comburant.

En général, M. Molas estime qu'une particularité de construction regrettable, commune à tous les chauffe-bains, réside dans la disproportion qui existe entre l'ouverture dont ils disposent pour s'alimenter d'air, et celle destinée au rejet des produits de la combustion; il démontre que c'est au mauvais choix des emplacements qui leur sont affectés que sont dus en grande partie les accidents causés par ces appareils. Ces dangers disparaîtraient si, dans les constructions nouvelles, on logeait les chauffe-bains dans les cuisines, dont la ventilation est mieux assurée.

La construction de l'appareil de M. Molas rendrait cependant son emploi sans danger dans les plus mauvaises conditions d'installation. Elle est, en effet, basée sur le principe de la combustion isolée alimentée par l'air pris à l'extérieur du milieu où se trouve l'appareil, au moyen de tuyaux concentriques ou non, dont les orifices doivent aboutir l'un près de l'autre dans une même direction.

Cet appareil est étudié pour supporter sans danger toute explosion fortuite des combustibles gazeux. Son rendement serait, de plus, économique.

MÉCANIQUE

Calcul des arcs encastrés. — M. PIGEAUD, Ingénieur des Ponts et Chaussées, publie, dans les *Annales des Ponts et Chaussées* (2^e trimestre de 1905) une note sur le calcul des arcs encastrés.

Après avoir rappelé les grands services que rendent les tables de Bresse pour le calcul des arcs symétriques articulés aux naissances, il fait remarquer combien il serait désirable de posséder des tables analogues pour le calcul plus difficile des arcs encastrés aux naissances. Ceux-ci sont d'ailleurs très nombreux, car un grand nombre d'arcs, sous l'action des surcharges et de la température, se com-

portent, grâce aux calages exécutés aux naissances, comme des arcs encastrés.

Le problème est d'autant plus difficile que, dans le cas général, il dépend de la résolution d'un système de trois équations simultanées à trois inconnues, dont les coefficients sont des fonctions assez compliquées de l'angle au centre et des coordonnées de la surcharge. M. Maurice Lévy avait bien, dans sa Statique graphique, résolu théoriquement le problème de la séparation des trois inconnues dans le cas le plus général; mais cette indication, d'après l'auteur, n'aurait été suivie d'aucune application pratique.

Ayant repris la question, M. Pigeaud a été conduit très simplement, dans le cas d'arcs symétriques, à un système composé de deux équations simultanées et d'une troisième équation indépendante. Cette simplification lui a permis, pour les arcs circulaires de section constante, de mettre sous forme explicite la valeur des inconnues : leur mise en tables n'était plus, dès lors, qu'une affaire de patience et d'exactitude numérique.

Dans sa note, l'auteur fait connaître les formules explicites qui ont pu être déduites des équations générales et donne des tables permettant de calculer rapidement les différents termes de ces formules.

MÉTALLURGIE

Fabrication des barres pour la suspension des ponts. — M. SPRINGER étudie, dans l'Engineering News, du 17 août, les progrès faits aux États-Unis dans la fabrication de ces barres-maillons. Les débuts de leur emploi remontent à 1862; on en fabriquait alors aux établissements Kroman, Phipps et Co, de Pittsburg, qui devinrent plus tard les aciéries Carnegie.

Après avoir suivi jusqu'en 1879, les progrès de cette fabrication, dus en partie à la mise en pratique de ses idées, l'auteur décrit un procédé inventé par lui et employé depuis cette date, jusqu'à la substitution de l'acier au fer dans la fabrication des barres-maillons, dans les usines de la Keystone Bridge Co à Pittsburg, où il fit installer le matériel nécessaire pour obtenir des barres-maillons ayant 102 × 16 millimètres de section jusqu'à 229 × 53 millimètres, ainsi que les barres d'ancrage du pont suspendu de Brooklyn qui ont 305 × 58 millimètres de section et 610 millimètres de diamètre à la tête.

Le procédé de fabrication employé consistait à prendre des barres à section rectangulaire, à les arrondir d'une façon quelconque de manière à les terminer par un demi-cercle de diamètre égal au grand côté de la section, à souder à cette extrémité une pièce forgée en forme d'U. La texture fibreuse du fer reste de cette façon entièrement saine, spécialement dans la partie située entre l'œil et la barre qui est sujette à rupture.

Le centre de l'œil est un peu plus éloigné de l'extrémité de la barre que celui de la circonférence de contour de la tête.

S'il est nécessaire d'avoir une épaisseur de tête supérieure à celle du corps de la barre, on soude de part et d'autre de cette tête ainsi terminée deux plaques de fer forgé qui épousent son contour. Une barre bien faite ne doit jamais se rompre à la tête.

En 1882, date de l'adoption générale de l'acier pour les membrures, le matériel de la Keystone Bridge Co fut adapté à cette nouvelle fabrication. L'auteur décrit une machine hydraulique faisant partie de ce matériel et permettant de forger, en deux coups de piston, des barres-maillons de 900 millimètres de diamètre de tête.

MINES

Incaudescence et étincelles dans le grisou. — M. H. COURRIOT, Professeur d'exploitation des mines, et J. MEUNIER, Chef des travaux chimiques à l'École Centrale des Arts et Manufactures, publient, dans la *Revue universelle des Mines*, de juin, leurs recherches sur l'action des conducteurs électriques incandescents et de l'étincelle électrique dans les mélanges grisouteux.

Les auteurs, qui ont effectué plusieurs milliers d'expériences, ont constaté que l'électricité n'allume pas le grisou; elle ne provoque, au sein d'un mélange grisouteux, qu'un seul phénomène apparent, celui de l'explosion. Les conducteurs incandescents ne font pas détoner le grisou mélangé à l'air, même dans les conditions les plus favorables à l'explosion.

MM. Courriot et Meunier ont opéré non seulement sur des mélanges de composition différente et déterminée aussi rigoureusement que possible; mais,

pour prévenir les objections qui pourraient surgir sur la nature des conducteurs incandescents employés, ils se sont servis de fils de plomb, d'aluminium, d'argent, de cuivre, de laiton, de palladium, de fer et de platine. Grâce à la différence des points de fusion de ces fils, ils ont pu porter l'incandescence à des températures de plus en plus élevées. Ils ont fait croître la longueur de la partie incandescente, en lui donnant diverses formes; ils ont varié les diamètres des fils de 0^m 05 jusqu'à 0^m 35, ce qui fait varier la section de 1 à 30; ils ont prolongé la durée de l'incandescence pendant dix minutes, pour élever notablement la température du gaz. Toutes ces tentatives sont demeurées infructueuses; tant que le fil incandescent ne s'est pas rompu, l'explosion ne s'est pas produite. Cette explosion ne se produit que sous l'influence de l'étincelle de rupture.

L'explosion des mélanges grisouteux étant déterminée par l'étincelle de rupture, les auteurs font remarquer que toute cause tendant à accroître la self-induction du circuit facilite l'explosion, et qu'inversement toute cause abaissant la self-induction retarde l'explosion. Ils font également remarquer que le gaz d'éclairage se comporte d'une manière toute différente: mélangé à l'air dans la proportion de 15 %, il détone sous l'influence d'un fil de platine rougi par le courant, sans que le fil se rompe et sans qu'il se produise d'étincelle; il en est de même d'un mélange convenable d'air et de méthane préparé chimiquement.

Des considérations d'ordre chimique étant insuffisantes pour expliquer cette différence de propriétés, MM. Couriot et Meunier ont vu là un phénomène de conductibilité électrique et ont été conduits à chercher son interprétation dans les faits nouveaux révélés par l'étude de la conductibilité des gaz.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

La soudure autogène. — Le *Stahl und Eisen*, du 1^{er} août, résume, dans une note assez succincte, les principaux systèmes de soudure autogène proposés jusqu'ici, principalement la soudure au chalumeau oxyhydrique et signale l'intérêt que peut présenter, pour ce cas, l'installation d'une fabrication sur place de l'hydrogène et de l'oxygène par électrolyse. L'hydrogène revient moins cher et n'est pas mélangé d'hydrogène arsénié, qui rendrait le travail des ouvriers insalubre. L'article donne quelques indications sur la manière d'installer une batterie d'électrolyseurs, comme les construit la Société d'Électricité Schuckert, de Nuremberg.

Il s'étend ensuite sur les applications du chalumeau oxyacétylénique, déjà étudiées très complètement par le *Génie Civil* (1), et sur la combinaison des deux procédés, oxyhydrique et oxyacétylénique, qu'il établit comme devant présenter une économie notable, par suite de l'utilisation complète de l'oxygène produit dans les électrolyseurs. Ce système mixte ne convient, d'ailleurs, qu'aux ateliers importants. Les applications de la soudure autogène, par l'un ou l'autre procédé, sont de plus en plus nombreuses dans la petite mécanique, la chaudronnerie, la construction automobile, etc.

Recherches expérimentales sur l'écoulement de l'air. — Dans l'*American Machinist*, du 26 août, M. SANFORD A. MOSS expose les recherches faites par la General Electric Co pour déterminer le coefficient c de la formule générale de l'écoulement de l'air :

$$D = 3860 c A \frac{p_1}{\sqrt{T_1}} \sqrt{\left(\frac{p_0}{p_1}\right)^{1,42} - \left(\frac{p_0}{p_1}\right)^{1,71}}$$

formule qui s'applique au cas où la pression d'aval est supérieure à la moitié de la pression d'amont, et dans laquelle :

D est le débit en pieds cubes par seconde, d'air ramené à la pression atmosphérique,

A la section de l'orifice en pieds carrés,

p_0 la pression absolue d'aval (pression atmosphérique dans le cas des expériences en question),

p_1 la pression absolue d'amont, en livres par pouce carré,

T_1 la température absolue Fahrenheit en amont,

L'appareil employé se composait d'un réservoir dans lequel l'air était comprimé à la pression de 7^h 7. Une valve, manœuvrée à la main, amenait l'air à l'orifice, calibré avec précision, la pression en amont de l'orifice étant maintenue constante (environ 0^h 7). Des lectures du manomètre du ré-

servoir principal, et du thermomètre installé dans celui-ci, étaient faites toutes les quinze secondes. On en déduisait la quantité d'air écoulée.

Les appareils ayant été soigneusement calibrés, et les fuites ayant été reconnues négligeables par une expérience préliminaire, le coefficient c a été trouvé égal à 0,942.

TRAVAUX PUBLICS

Machines à comprimer la neige. — L'enlèvement de la neige préoccupe souvent les services de la voirie de certaines grandes villes; à New-York, entre autres, les chutes sont parfois abondantes, et l'enlèvement est coûteux (1). L'*Engineering News*, du 27 juillet, décrit plusieurs systèmes de machines à comprimer la neige, construites dans ce but.

Souvent on fait disparaître la neige en la faisant fondre, en répandant du sel sur les voies publiques; le procédé n'est pas très coûteux, mais il offre des inconvénients qui sont constatés à Paris. L'enlèvement direct, dans des tombereaux, demande un matériel important et un personnel nombreux, les frais de transport sont très élevés par suite de la faible densité de la neige à l'état naturel. En la comprimant suffisamment, on peut réduire son volume de 85 % en moyenne avec une neige ordinaire, recueillie sur les voies publiques; des expériences faites à New-York, avec de la neige sèche nouvellement tombée, ont montré qu'on pouvait réduire ce volume de 92 %.

Les machines décrites se composent essentiellement d'une trémie de chargement de la neige légère, d'une vis sans fin et d'une chambre de compression; les blocs comprimés, sortant à l'extrémité opposée à celle de la trémie ont une densité voisine de celle de la glace. Les divers systèmes exposés diffèrent entre eux par le moyen employé pour retarder le mouvement en avant de la neige, en lui opposant une résistance uniforme, généralement produite par des ressorts convenablement réglés. A la mise en route, on est obligé d'obturer la sortie pour empêcher la neige non comprimée de sortir, mais, en marche normale, les blocs sortent d'une manière continue.

L'économie réalisable est calculée en prenant comme base le prix de la main-d'œuvre et celui des transports à New-York; on estime que, dans cette ville, on peut compter sur une réduction de 57 % sur le prix de l'enlèvement de la neige à l'état naturel; il est même possible que, dans d'autres villes, l'économie réalisée par l'emploi de ces appareils soit encore plus élevée.

Ouvrages récemment parus.

Conseil supérieur du Travail (14^e session, juin 1905). — Un volume, grand in-8° de 132 pages, publié par le Ministère du Commerce et de l'Industrie. — Imprimerie Nationale, Paris, 1905.

Ce volume contient le compte rendu des six séances du Conseil supérieur du Travail dans lesquelles celui-ci a continué, en juin dernier, la discussion des questions relatives au délai-congé, et adopté les propositions suivantes :

Article 1780 du Code civil, modifié :

1° On ne peut engager ses services qu'à temps ou pour une entreprise déterminée;

2° Le louage de services sans détermination de durée peut toujours cesser par la volonté d'une des parties contractantes;

3° Toutefois, la partie qui prend l'initiative de la résiliation, doit prévenir l'autre partie, une semaine au moins à l'avance s'il s'agit d'un ouvrier ou d'un serviteur, un mois au moins à l'avance s'il s'agit d'un employé ou d'un ouvrier assimilé à un employé. Le renouvellement continu du contrat de travail à durée déterminée soumet les parties à l'obligation du délai-congé dans les limites des dispositions de la présente loi;

4° L'obligation du délai-congé n'est pas applicable au cas où le louage de services serait résilié avant une quinzaine (s'il s'agit d'un ouvrier) ou un mois (s'il s'agit d'un employé). Elle ne s'applique pas, en outre, lorsque la résiliation résulte d'un cas de force majeure ou d'un motif grave. La grève étant une suspension de travail, le délai de prévenance n'est pas obligatoire. Pendant la période du délai-

congé, l'ouvrier ou employé disposera de deux heures par jour pour chercher du travail, etc.

Le Conseil a, en outre, émis le vœu que dans les entreprises de transport de voyageurs par tramways et bateaux, à travail continu, le contrat soit, obligatoirement, à durée indéterminée.

Manuel pratique d'étude et tracé de chemins de fer, par J. BINON, Ingénieur civil. — Une brochure in-18 de 30 pages, avec figures. — Béranger, éditeur, Paris et Liège, 1905. — Prix : 1 fr. 50.

L'auteur s'est placé surtout au point de vue de l'étude d'un chemin de fer industriel, devant raccorder deux points connus.

C'est dans ce sens qu'il passe successivement en revue l'étude du nivellement sur le plan d'ensemble, du tracé, des profils en long et en travers, des déblais et remblais, des raccordements, et l'établissement du devis définitif.

Der Eisenbeton und seine Anwendung im Bauwesen. — Traduction de la deuxième édition de l'ouvrage : *Le béton armé et ses applications*, par Paul CHRISTOPHE, Ingénieur des Ponts et Chaussées. — Un volume, grand in-8° de 575 pages, avec 916 figures, édité par la Tonindustrie Zeitung, Berlin, 1905. — Prix : relié, 35 marks.

L'ouvrage de M. Christophe, dont la deuxième édition a été publiée en 1902 à Paris, par la librairie Béranger, a été depuis lors, à l'occasion de la traduction allemande qui vient de paraître, l'objet de nombreuses additions empruntées aux exemples de constructions récentes qui mettent de plus en plus en évidence la multiplicité des services que les constructeurs peuvent attendre du béton armé.

La subdivision de l'ouvrage est restée, comme précédemment, constituée par cinq chapitres principaux.

Le premier contient un exposé général des principes et systèmes de la construction en béton armé; le second, l'étude détaillée et conçue dans un esprit pratique des systèmes consacrés par l'expérience et de leurs applications les plus caractéristiques.

Ensuite viennent les données relatives à l'exécution des travaux de cette nature, en ce qui concerne les matériaux et la mise en œuvre. Dans le chapitre suivant, la théorie du béton armé est exposée au point de vue pratique; l'auteur y établit des formules générales et des formules simplifiées immédiatement applicables dans un projet. Comme conclusion, il indique les dispositions rationnelles à adopter dans l'agencement des pièces et de leurs armatures, leurs formes, leurs dimensions relatives, etc.

Enfin, dans le cinquième chapitre, il expose les avantages et les inconvénients du béton armé comparé aux matériaux ordinaires, et passe en revue les conditions dans lesquelles son emploi se justifie au double point de vue technique et économique.

Ensayo sobre una teoria de la distribucion de la corriente continua, par Alejandro GUEVARA, Ingénieur des Arts et Manufactures, professeur du cours d'électricité à l'École d'Ingénieurs de Lima. — Une brochure de 28 pages. — J. Mesinas, éditeur, Lima, 1905.

Le but de cette étude est d'établir sur des bases scientifiques, avec un enchaînement logique, les principes qui régissent la répartition des courants dans un réseau de distribution quelconque. En se servant uniquement des lois d'Ohm et de Kirchhoff, M. Guevara étudie, successivement, le cas d'un conducteur unique, d'un réseau à un seul nœud et passe aux conducteurs montés en série ou en dérivation. Il établit les formules qui permettent de calculer les débits dans les divers tronçons d'un réseau quelconque dont on connaît la résistance de tous les éléments et la valeur des forces électromotrices intercalées.

L'auteur termine par une détermination graphique des potentiels aux différents points d'une distribution quelconque avec ou sans feeder.

Le Gérant : H. AVOIRON.

IMPRIMERIE CHAIX, 1, RUE BERGÈRE, 30, PARIS.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLIII, n° 42, p. 480.

(1) Voir le *Génie Civil*, t. XLVI, n° 26, p. 428.

TOME XLVII — DEUXIÈME SEMESTRE 1905

ceux marqués d'un astérisque (), à la Revue des principales publications techniques.*

AÉRONAUTIQUE		AÉRONAUTIQUE	
	Pages		Pages
*Aviation (recherches sur l') (n° 9)	150	*Pièces de côtes à affût fléchissant, de l'artillerie américaine (n° 5)	87
*Aviation par le vol plané (progrès de l') (n° 25)	414	*Projecteurs électriques (les) en Angleterre (n° 26)	430
		*Viseur Grubb (application du) (n° 42)	206
AGRICULTURE		AGRICULTURE	
	Pages		Pages
Agriculture l' à l'Exposition de Liège. Organisation de l'enseignement agricole en Belgique. G. COUPAN (n° 22, 23 et 24)	390	Aciers spéciaux employés en France dans la construction des automobiles. LÉON GUILLET (n° 23)	371
Fumure des prairies (expériences sur la) (n° 18)	300	Amortisseur pneumatique pour voitures, système Bernard et Patoureaux. H. MAMY (n° 26)	426
Nitrate de soude (emploi du) et du sulfate d'ammoniaque dans la grande culture (n° 20)	332	Concours de véhicules industriels et de fourgons militaires. Ch. DANTIN (n° 18, 19 et 20)	321
Vigne (emploi de l'acétate de cuivre dans le traitement de la) contre le mildiou (n° 4)	61	Coupe Gordon-Bennett (la) en 1905. Épreuves éliminatoires françaises. F. DROUX (n° 9)	137
Destruction la des campagnols n° 22	366	Course définitive de la Coupe Gordon-Bennett, en 1905 (résultats de la) (n° 10)	165
*Exposition royale d'agriculture d'Acton (Angleterre) n° 13	223	Course d'automobiles (résultats de la) du 7 août 1905 sur le circuit des Ardennes belges (n° 15)	253
*Labourage à vapeur (essais de), à Zaravetchia (Autriche) (n° 8)	134	Embrayage (nouveau type d') pour automobiles. Carlo BOURLET (n° 5)	84
*Question forestière (la) en Espagne (n° 26)	430	Locomotive routière montée sur pedrails à sabots articulés (n° 18)	311
*Scories (action fertilisante de certains produits secondaires des) (n° 23)	382	Moyeu, système Peugeot, pour bicyclette à rétropédalage (n° 3)	43
*Tir (le) contre la grêle (n° 40)	176	Omnibus automobiles (les) à Paris. Omnibus à vapeur, système Gardner-Serpollet. G. ESPITALIER. (Planche III.) (n° 3)	33
ARCHITECTURE		ARCHITECTURE	
	Pages		Pages
Reconstruction d'un théâtre à Buenos-Ayres sans interruption des représentations quotidiennes (n° 2)	17	Régulateur électrique automatique pour moteurs d'automobiles (n° 24)	396
*Bibliothèque de la ville de Dantzig (reconstruction de la) (n° 22)	366	Transports militaires automobiles. Batterie automobile de l'armée portugaise. G. ESPITALIER. (Planche VI.) (n° 6)	89
*Caserne de police (nouvelle) à Wiesbaden (Allemagne) (n° 4)	66	*Automobiles postales (les) en Bavière (n° 42)	206
*Caserne de pompiers de la Vondelstrasse, à Cologne (n° 4)	66	*Canots à pétrole de construction suisse (n° 42)	207
*Châteaux-forts de Bellinzona (Suisse) (n° 43)	223	*Direction des automobiles par essieu brisé (n° 47)	286
*Cirque grec en béton armé de l'Université d'Harvard (É.-U.) (n° 6)	103	VIII ^e Exposition internationale de l'Automobile, du Cycle et des Sports (n° 20)	336
*Conservatoire de musique (le) de Boston (É.-U.) (n° 4)	66	*Tracteurs et omnibus sur routes, système Schiemann n° 43	223
*École de constructions mécaniques de Cologne (la nouvelle) (n° 40)	169	*Véhicules automobiles industriels (n° 4)	14
*Hôpital de Neustadt (Haute-Silésie) (n° 40)	169	BIBLIOGRAPHIE	
*Hôtel de ville de Soleure (reconstruction de l') (n° 4)	14	Ouvrages récemment parus :	
*Hôtel de ville de Stuttgart (le nouvel) (n° 4)	14	Acier (fabrication de l'), par H. Noble (n° 5)	88
*Hôtel de ville de Weikersdorf (Autriche) (n° 4)	65	Acieries (analyse des matériaux d'), par H. Brearley et F. Ibbotson, traduit par E. Bazin. Al. POURCEL (n° 4)	63
*Hôtel de ville de Cassel (reconstruction de l') (n° 4)	65	Ajusteur (guide de l'), par J. Merlot (n° 21)	352
*Hôtel de ville de Dresde (projet de reconstruction de l') (n° 43)	223	Algèbre de la Logique, par L. Couturat (Collection Scientia) (n° 13)	224
*Institut académique de musique de Charlottenbourg (Berlin) (n° 9)	151	Analyse chimique minérale qualitative et quantitative, par E. Prost (n° 22)	368
*Lycée (le nouveau) de Prague (Bohême) (n° 4)	66	Arts industriels (manuel des), par P. Blancarnoux (n° 1)	16
*Maison (une vieille) de Nuremberg (n° 4)	65	Bière (traité de la fabrication de la), par G. Moreau et L. Lévy (n° 11)	192
*Office des brevets (le nouvel) à Berlin (n° 24)	398	Bois (le), par J. Beauverie (Encyclopédie Lechalas) (n° 8)	136
*Université de Berne (le nouveau palais de l') (n° 9)	151		
ART MILITAIRE		ART MILITAIRE	
	Pages		Pages
Torpilles terrestres automatiques (n° 18)	297	Catalogue international de la littérature scientifique, par H. Forster Morley (n° 21)	352
Transports automobiles militaires. Batterie automobile de l'armée portugaise. G. ESPITALIER. (Planche VI.) (n° 6)	89	Charpentes en fer et en acier (Barèmes), par R. Cros (n° 18)	304
*Artillerie de campagne moderne (progrès de l') (n° 16)	270	Chaufferie (l'économie dans la) (Bibliothèque du Mois scientifique et industriel) (n° 5)	88
*Balistique extérieure. les méthodes de la) (n° 7)	119	Chemins de fer (manuel pratique et tracé de), par J. Binon (n° 26)	432
*Mitrailleuses russes (les) à la bataille de Liao-Yang 1904 (n° 8)	134	Chimie (cours de), par R. de Forcrand (n° 4)	16
		Concrete plain and reinforced (le Béton ordinaire et armé), par W. Taylor et E. Thompson (n° 24)	400
		Conseil supérieur du Travail (13 ^e session, novembre 1904) (n° 17)	288
		Conseil supérieur du Travail (14 ^e session, juin 1905) (n° 26)	432
		Conservatoire national des Arts et Métiers (Catalogue officiel des collections : 4 ^e fascicule, Mécanique) (n° 10)	168
		Constructeur de moulins et du meunier (manuel du), par F. Baumgartner et L. Graf, traduit par P. Schoren. Tome III (n° 6)	104
		Constructions métalliques (traité pratique des), par L. Cosyn (n° 3)	48
		Courants alternatifs simples et polyphasés, par H. Chevallier (n° 4)	16
		Courants alternatifs (la technique des), par G. Sartori, traduit de l'italien par J. Montpellier. Tome II (n° 3)	32
		Couvreur-plombier (guide du), par V. Précis (1 ^{re} partie : Couverture) (n° 9)	152
		Das Funken von Kommutatormotoren (les étincelles dans les moteurs à collecteur), par F. Punga (n° 20)	

	Pages		Pages		Pages
<i>Ensayo sobre una teoria de la distribucion de la corriente continua</i> , par Alejandro Guevara (n° 26)	432	<i>Procédés métallurgiques et Étude des métaux</i> , par U. Le Verrier (<i>Encyclopédie Lechales</i>) (n° 9)	152	Locomotives des chemins de fer de l'État da-	
<i>États des corps (les différents)</i> , par Julius Meyer. Tome II (n° 4)	64	<i>Propriété industrielle et commerciale (la)</i> , publié par l'Office national de la propriété industrielle (n° 2)	32	nois (détermination des charges remorquées par les) (n° 23)	379
<i>Feuerungs- Kontrolle (le contrôle de la chauffe)</i> , par G. A. Schultze (n° 5)	88	<i>Sidérologie (éléments de) (2^e partie)</i> , par le baron Hans von Jüptner (n° 15)	256	Phares électriques pour locomotives (n° 20)	333
<i>Four électrique (le)</i> , par Ad. Minet (4 ^e fascicule) (n° 13)	224	<i>Statistique des grèves en 1904</i> (n° 19)	320	Roues de wagons en acier laminé (n° 4)	62
<i>Fours électriques (les) et leurs applications industrielles</i> , par J. Escard (n° 14)	240	<i>Surtaxes locales temporaires de chemins de fer (loi du 26 octobre 1897)</i> , par G. Guillaumot (n° 1)	16	Trains à marche rapide (essais de) en Allemagne avec locomotives à vapeur (n° 5)	82
<i>Fraisage (le)</i> , par E. Jurthe et O. Mietzschke, traduit de l'allemand par M. Varinois (n° 3)	48	<i>Tecnica delle correnti alternate (technique des courants alternatifs)</i> , par G. Sartori. Tome II (n° 12)	208	Voies ferrées dans les pays tropicaux (destruction de la végétation sur les) (n° 8)	132
<i>Froid industriel (leçons sur le)</i> , par L. Marchis (n° 16)	272	<i>Télégraphie sans fil (la)</i> , par D. Mazotto, traduit par J.-A. Montpellier (n° 9)	152		
<i>Generatori del Vapore</i> , par F. Laurenti et G. Pasqualigo (n° 19)	320	<i>The Mechanical Engineering of Collieries (installations mécaniques dans les houillères) (1^{re} partie)</i> , par T. Campbell Puters (n° 22)	368	*Ateliers des chemins de fer du Lake Shore and Michigan Southern, à Collinwood (n° 10)	169
<i>Habitations à bon marché</i> , par G. Franche (n° 11)	192	<i>The modern Asphalt Pavement (le pavage en asphalte)</i> , par Clifford Richardson (n° 25)	416	*Automotrice à vapeur, système Purrey, des Chemins de fer siciliens (n° 11)	191
<i>Heizwerbestimmungen gasförmiger und flüssiger Brennstoffe (détermination des pouvoirs calorifiques des combustibles liquides et gazeux)</i> , par Th. Immenkötter (n° 17)	288	<i>Torpilles et mines sous-marines</i> , par H. Noalhat (n° 19)	320	*Automotrices électriques en service sur des lignes de chemins de fer (n° 4)	65
<i>Huiles végétales (fabrication et raffinage des)</i> , par J. Fritsch (n° 20)	336	<i>Träger-Tabelle (tableau des fers profilés)</i> , par G. Schimpff (n° 14)	240	*Chemin de fer (le) de Kayes au Niger (n° 8)	134
<i>Hydraulique souterraine et fluviale (essais d')</i> , par E. Maillet (n° 3)	48	<i>Tramways électriques (manuel de montage des lignes de)</i> , par R. Wittebolle (n° 18)	304	*Chemins de fer économiques (les) (n° 1)	14
<i>Hydraulique (précis d')</i> , par R. Busquet (<i>Encyclopédie industrielle</i>) (n° 7)	120	<i>Transports en commun à Paris (les)</i> , par A. Mauras (n° 13)	224	*Chemins de fer d'Anatolie (résultats d'exploitation en 1904) (n° 9)	150
<i>Hygiène et sécurité du travail industriel</i> , par G. Paraf (n° 20)	336	<i>Trazione a vapore sulle ferrovie ordinarie (traction à vapeur sur voie normale)</i> , par G. Ottone (<i>Collection Hoepli</i>) (n° 25)	416	*Chemins de fer (les) aux Indes anglaises (n° 18)	302
<i>Incendie (étude de l')</i> , par F. Michotte (n° 23)	384	<i>Vanadium (le)</i> , par P. Nicolardot (<i>Encyclopédie des Aide-Mémoire</i>) (n° 11)	192	*Compagnie (la) des Chemins de fer du Sud-Africain central (n° 14)	238
<i>Industrie chimique minérale (la grande)</i> , par E. Sorel (n° 12)	208	<i>Ventilation des mines (manuel de la)</i> , par J. Jicinsky, traduit de l'allemand par L. Gautier (n° 7)	120	*Constructions métalliques pour gares et dépôts de locomotives (n° 26)	431
<i>Industrie (une) sans grèves: les mines anglaises</i> , par B. Raynaud (n° 15)	256	<i>Water Hammer (le coup de bélier)</i> , par O. Simin (n° 21)	352	*Croisement de voies avec rails continus (n° 26)	431
<i>Industries de fermentation (progrès récents de)</i> , par E. Pozzi-Escot (n° 4)	64	<i>Wetterbeständigkeitsprobe (abgekürzte) der natürlichen Bausteine (essais rapides de résistance aux intempéries des pierres à bâtir)</i> , par H. Seipp (n° 15)	256	*Distribution d'eau aux locomotives des trains rapides allemands (n° 13)	223
<i>Installations sanitaires des habitations privées et collectives</i> , par E. et F. Putzeys (n° 10)	167	<i>Zwangsläufige Regelung der Verbrennung bei Verbrennungsmaschinen (régulation de la combustion dans les moteurs à combustion)</i> , par C. Weidmann (n° 16)	272	*Enclenchements extérieurs des signaux et des appareils de voie dans les gares (n° 15)	254
<i>Instrumente zur Messung der Temperatur für technische Zwecke (instruments pour la mesure industrielle des températures)</i> , par O. Bechstein (n° 18)	304			*Gare de Berne (projet d'agrandissement de la) (n° 12)	207
<i>Jahrbuch für das Eisenhüttenwesen (annuaire de la Métallurgie)</i> , par O. Vogel (n° 6)	104			*Gares (les) de Bombay (Indes) (n° 14)	238
<i>Jahrbuch der Automobil und Motorboot-Industrie (annuaire de l'Automobile, 2^e année)</i> , par E. Neuberger (n° 14)	240			*Indicateur de pression du vent à l'entrée d'un viaduc (n° 12)	206
<i>Lehrbuch der Baumaterialienkunde (manuel des matériaux de construction)</i> , par Max Foerster (2 ^e fascicule) (n° 1)	16			*Ligne transasiatique d'Orenbourg à Taschkent (n° 4)	65
<i>Litiges (les) de l'automobile</i> , par J. Imbreccq et L. Périssé (n° 12)	208			*Locomotive-tender pour les chemins de fer de Grande-Ceinture de Paris (n° 9)	150
<i>Loi du 15 février 1892 sur la protection de la santé publique</i> , par J. Strauss et A. Fillassier (n° 2)	32			*Locomotives (causes de rupture des longerons) (n° 4)	15
<i>Machines dynamo-électriques (calcul et construction des)</i> , par Silvanus Thompson, traduit par E. Boistel (n° 25)	446			*Locomotives (importance relative des différentes surfaces de chauffe dans les) (n° 5)	87
<i>Magnétisme (théorie du) et de l'électricité</i> , par A. Nouguié (n° 4)	64			*Locomotives de montagne (les) en Europe (n° 6)	103
<i>Manuale dell' Ingegnere elettricista (manuel de l'ingénieur électricien)</i> , par A. Marro (<i>Collection Hoepli</i>) (n° 4)	64			*Locomotives (alimentation en route des) en Allemagne (n° 7)	119
<i>Martinique (la) et la Guadeloupe</i> , par F. Légier (n° 18)	304			*Locomotives (possibilité de l'emploi des turbines à vapeur pour la propulsion des) (n° 17)	288
<i>Mathématiques</i> , par G. Dariès (<i>Bibliothèque du conducteur de travaux publics</i>) (n° 10)	168			*Locomotives (la surchauffe appliquée aux) (n° 19)	320
<i>Matoni e pietre di sabbia e calce (briques à base de silice et de chaux)</i> , par Stöffler et Glase-napp (n° 23)	384			*Métropolitain à marchandises de Chicago (n° 4)	65
<i>Mécanique (principes de la)</i> , par E. Wickersheimer (n° 2)	32			*Métropolitain de Vienne (résultats d'exploitation en 1904) (n° 10)	169
<i>Mécanique céleste (leçons de)</i> , par H. Poincaré. Tome I: Théorie générale des perturbations planétaires (n° 4)	64			*Ponts tournants de 6 ^m 50 des Chemins de fer de l'Ouest (allongement des) (n° 1)	14
<i>Meccanica razionale</i> , par Marcolongo (<i>Collection Hoepli</i>) (n° 2)	32			*Port de Gènes (le) et ses communications par voie ferrée (n° 21)	350
<i>Méthodes et appareils de mesure du temps, des distances, des vitesses et des accélérations</i> , par J.-G. Carlier (n° 10)	167			*Protection des voies contre la neige (n° 10)	169
<i>Mines (les) et la métallurgie à l'Exposition du Nord de la France (Arras, 1904)</i> , par E. Lozé (n° 8)	136			*Rails (appareils pour le chargement des) sur les wagons (n° 8)	135
<i>Moteurs à combustion</i> , par Hugo Güldner, traduit de l'allemand par L. Desmarest (n° 16)	272			*Rails (causes de la détérioration rapide des) (n° 16)	271
<i>Or (l'industrie de l')</i> , par L.-M. Granderye (<i>Encyclopédie des Aide-Mémoire</i>) (n° 10)	168			*Signaux (récents perfectionnements des) (n° 12)	207
<i>Planimètre Wild (le)</i> (n° 8)	136			*Tournage des bandages de roues en service (n° 10)	169
<i>Ponts pour routes (recueil de types de)</i> , par M. Koechlin (<i>Encyclopédie Lechales</i>) (n° 24)	400			*Traverses (conservation des bois de)	30
				*Traverses (préparation des) à la Compagnie de l'Ouest (n° 7)	119
				*Traverses de chemins de fer (durée des) (n° 19)	318
				*Tunnel du Simplon (vérification définitive de l'axe du) (n° 25)	415
				*Voiture pour la mesure de la résistance de l'air sur les trains (n° 3)	47
				*Voiture automotrice Pickersgill-Cochran pour les chemins de fer écossais (n° 25)	445
				*Wagon transformable Hart (n° 18)	302

CHEMINS DE FER

CHIMIE INDUSTRIELLE

	Pages		Pages		Pages
*Acétylène (épuration de l') (n° 4)	65	Culasse pour moteurs à gaz, système Bol-lincks (n° 2)	29	*Alliages magnétiques sans fer (propriétés d') (n° 19)	318
*Cyanuration des minerais d'argent aurifères de Pal-marjo (Mexique) (n° 22)	367	Forme rationnelle des bâtis en C pour les riveuses. M. KOECHLIN (n° 4)	62	*Alternateurs de 5 000 kilowatts (n° 4)	68
*Nitrate de soude du Chili (exploitation du) (n° 22)	366	Modification de la qualité du métal des rivets par l'opération du rivetage (n° 15)	252	*Alternateurs (nouvelle méthode d'essai des) (n° 7)	119
*Protection du cuivre et du bronze contre les corro-sions par l'eau de mer (n° 5)	87	Rivets (effets de la pose à chaud sur la qualité initiale des) (n° 11)	189	Arc métallique (l') (n° 6)	103
*Stérilisation de l'air et de l'eau par l'ozone (n° 4)	65	Soupape métallique, système Gutermuth (n° 18)	299	*Automotrices électriques en service sur des lignes de chemins de fer (n° 4)	65
*Usines à gaz (épuration des eaux résiduelles des) (n° 15)	254	Tour à fileter de très grande précision. F. Ho-fer. (Planche XX.) (n° 20)	327	*Bateau à propulsion électrique (n° 4)	67
*Vins de raisins secs (les) (n° 4)	65	Tour de 2 ^m 745 de hauteur de pointes. J. GAR-nier. (Planche XXII.) (n° 22)	353	Boîtes de jonction pour câbles électriques employées sur les wagons (n° 4)	68
CONCOURS, CONGRÈS ET EXPOSITIONS		Ateliers de constructions mécaniques de la Société Borsig, à Tegel, près Berlin (n° 23)	382	Calcul des appareils de mesures à bobine mobile (n° 10)	169
Appareils de levage les à l'Exposition de Liège. L. RAMAKERS. (Planche XXI.) (n° 21)	337	*Clavettes (les) (n° 4)	66	Choix des câbles électriques (n° 7)	119
Exposition internationale de Liège. L. RAMAKERS (n° 12)	193	*Engrenages à denture mobile (n° 17)	286	Commande électrique (installation de la) à l'imprimerie impériale de Vienne (n° 16)	271
Métallurgie (Congrès de la) tenu à Liège du 24 juin au 1 ^{er} juillet 1905 (nos 14 et 15)	248	*Machine à affûter pour mèches hélicoïdales (n° 4)	66	*Commutatrices (démarrage des) (n° 4)	67
Moteur Diesel de 500 chevaux, installé à l'Exposition de Liège. (Planche XIX.) (n° 19)	305	*Machine à façonner le tranchant des perceuses (n° 10)	171	*Compteur d'électricité à crapaudine tournante (n° 4)	15
Pont roulant électrique de 30 tonnes installé dans la grande Halle des machines à l'Exposition de Liège. (Planche XVIII.) (n° 18)	296	*Machines-outils de fabrication allemande (n° 4)	66	*Compteurs (l'essai des) à la Compagnie Edison, de New-York (n° 4)	67
Véhicules industriels (Concours de) et de four-gons militaires. Ch. DANTIN (nos 18, 19 et 20)	289, 307, 321	*Machines à travailler le bois (n° 23)	383	Compteurs simples (les) sur les circuits à trois fils (n° 4)	67
Appareils à acétylène (concours d') (n° 2)	32	*Perçage de trous dans des tôles superposées (n° 4)	66	Condensateur électrolytique à l'aluminium (n° 10)	169
Association française pour l'Avancement des Sciences (congrès de l') en 1905 (n° 10)	168	*Perceuse portable Wicksteed (n° 20)	335	*Construction électrique (la) au Japon (n° 9)	151
*Électricité (l') à l'Exposition de Saint-Louis (n° 4)	15	*Soupapes de compresseurs à longue course (n° 4)	66	*Contrôleurs (causes de destruction des) (n° 7)	119
VIII ^e Exposition internationale de l'Automobile, du Cycle et des Sports (n° 20)	336	*Soupapes de machines à vapeur (commande des) (n° 12)	207	Distribution de l'électricité (n° 2)	30
Mines (congrès international des), de la Métallurgie, de la Mécanique et de la Géologie, tenu à Liège du 25 juin au 4 ^{er} juillet 1905 (n° 10)	168	*Soupapes automatiques et commandées, dans les moteurs à explosions (n° 17)	286	Électricité (l') à l'Exposition de Saint-Louis (n° 4)	15
Pétrole (congrès international du) tenu à Liège du 26 juin au 1 ^{er} juillet 1905 (n° 10)	168	*Usines Baldwin (les) à Philadelphie (n° 19)	318	Électricité (l') à bord des navires (n° 13)	223
Procédés de stérilisation (exposition des) (n° 2)	32	CONSTRUCTIONS NAVALES		*Électrolyse par courant alternatif (n° 10)	175
*Réunion de l'Optical Convention (n° 10)	175	Navires à vapeur (appareil enregistreur des vibrations dans les) (n° 8)	131	Emplois industriels de l'électricité (n° 2)	30
CONSTRUCTIONS CIVILES		Procédés acoustiques pour le sondage et la transmission des signaux à bord des navires. (n° 12)	202	*Enregistreur à étincelles (n° 17)	287
Fondation des ouvrages en terrains vaseux. G. ESPITALIER (n° 20)	329	*Bateau à propulsion électrique (n° 4)	67	*Grue-locomotive à commande électrique (n° 10)	171
Reconstruction d'un théâtre à Buenos-Ayres sans interruption des représentations quoti-diennes (n° 2)	17	*Canots à pétrole de construction suisse (n° 12)	207	*Industrie électrique (l') en Allemagne (n° 4)	68
Réservoir d'eau (effondrement de la couverture d'un) en construction à Madrid (n° 21)	342	Coques de navires (études expérimentales sur les formes des) (n° 6)	103	*Installations frigorifiques (emploi de l'électricité dans les) (n° 4)	71
*Aquarium de la station biologique d'Héligoland (n° 25)	415	*Discovery (le), navire d'exploration antarctique (n° 4)	66	*Isolateurs pour hautes tensions (n° 4)	68
*Bâtiments ruraux en béton armé (n° 10)	179	*Pock flottant du port de Tsing-tao (Chine) (n° 20)	334	*Isolateurs à haute tension (n° 10)	169
*Bibliothèque de la ville de Dantzig (reconstruction de la) (n° 22)	366	*Électricité (l') à bord des navires (n° 13)	223	*Laboratoire d'électricité de l'École des Mines de Paris (n° 25)	416
*Caserne de police (nouvelle) à Wiesbaden (Allema-gne) (n° 4)	66	Lancement du paquebot Kaiserin Augusta Victoria (n° 20)	336	*Lampes Auer à l'osmium (n° 21)	351
*Caserne de pompiers de la Vondelstrasse à Cologne (n° 4)	66	*Résistance des navires (influence de l'accélération sur la) (n° 4)	66	*Lampes à filament de tantale (n° 4)	15
*Cheminée de 90 mètres de hauteur en béton armé (n° 21)	350	*Steamer Clayton pour le service d'incendie et de désinfection de la Delagoa Bay (n° 10)	171	*Lampes à incandescence (amélioration des filaments de) (n° 17)	286
*Cheminée d'usine en ciment armé construite à Bi-zerte (n° 21)	351	*Vapeur Navvik pour le transport des minerais de fer suédois (n° 22)	366	*Lignes électriques à haute tension, pour chemins de fer (construction des) (n° 6)	103
*Cirque grec en béton armé, de l'Université d'Har-ward (E.-U.) (n° 6)	103	ÉLECTRICITÉ		*Ligne téléphonique (première) installée en Autriche suivant le système Pupin (n° 16)	272
*Conservatoire de musique (le) de Boston (E.-U.) (n° 4)	66	Ascenseur électrique du Bürgenstock (Suisse). P. CHIGNATERIE (n° 25)	401	*Manœuvres électriques dans les aciéries (n° 4)	68
*Constructions métalliques pour gares et dépôts de locomotives (n° 26)	431	Chasse-neige automoteur du chemin de fer de Saint-Gall à Trogen (n° 26)	428	*Moteur asynchrone (mesure du glissement d'un) (n° 4)	67
*École de constructions mécaniques de Cologne (la nouvelle) (n° 10)	169	Chemin de fer électrique de Liverpool à South-port (accident de Hall Road sur le) (Angle-terre) (n° 15)	251	*Moteurs asynchrones (mesure du glissement dans les) (n° 10)	169
*Gaines à fumée (les) dans les habitations (n° 5)	87	Chemin de fer électrique de Saint-Gall à Tro-gen (Suisse). H. SOMACH (n° 17)	273	*Moteurs asynchrones à faible vitesse (n° 4)	15
*Hangars à marchandises (n° 13)	223	Dynamo à courant continu de 800 kilowatts, à grande vitesse (n° 1)	13	*Moteurs à courant alternatif et à collecteurs (appli-cation aux appareils de levage) (n° 9)	151
*Hôpital de Neustadt (Haute-Silésie) (n° 10)	169	Dynamos acycliques (les) (n° 13)	217	*Pertes dans le fer des grands alternateurs (n° 18)	302
*Institut académique de musique de Charlotten-bourg (Berlin) (n° 9)	151	Eaux de sources (emploi de la conductibilité électrique pour la surveillance des) (n° 5)	84	*Piles sèches (fabrication des) (n° 8)	135
*Lycée (le nouveau) de Prague (Bohême) (n° 4)	66	Embrayage électromagnétique à disques (n° 9)	148	*Projecteurs électriques (les) en Angleterre (n° 26)	430
*Magasin à grains de la ville de Dortmund (Prusse) (n° 10)	170	Embrayage magnétique accélérateur (n° 10)	166	*Redresseur Cooper-Hewitt (n° 4)	67
*Maison de famille des élèves de l'École supérieure d'Agriculture de Vienne (Autriche) (n° 10)	170	Lampe Cooper-Hewitt à vapeur de mercure (n° 4)	59	*Règlement anglais sur l'emploi de l'électricité dans les mines de houille (n° 4)	71
*Maisons ouvrières à Hechingen (Allemagne) (n° 15)	254	Machines d'extraction électriques. H. SCHMER-ber. (Planches IV et V.) (nos 4 et 5)	73	*Régulation au moyen des coefficients de variation de résistance des lampes (n° 19)	318
*Office des brevets (le nouvel) à Berlin (n° 24)	398	Phares électriques pour locomotives (n° 20)	333	*Rendements comparés d'un convertisseur et d'un clapet électrolytique (n° 22)	366
*Planchers de magasins à grande portée en béton armé (n° 5)	87	Pont roulant électrique de 30 tonnes installé dans la grande Halle des machines à l'Expo-sition de Liège. (Planche XVIII.) (n° 18)	296	*Résistance électrique de l'acier (n° 4)	67
*Université de Berne (le nouveau palais de l') (n° 9)	151	Prospection électrique des gisements métalli-fères (n° 7)	115	*Résistance de contact entre le fer et le charbon (n° 24)	351
CONSTRUCTION DES MACHINES		Régulateur électrique automatique pour mo-teurs d'automobiles (n° 24)	396	*Résistances électriques en kryptol, pour appareils de chauffage (n° 14)	238
Acier (influence de la fragilité de l') sur les effets du cisaillement, du poinçonnage et du brochage dans la chaudronnerie (n° 15)	252	Réseau de distribution électrique de la ville de Hambourg (n° 25)	409	*Rhéostat compound pour moteurs à courant continu (n° 4)	67
Aciers à outils à coupe rapide. Préparation et emploi dans les ateliers. J. GARNIER (n° 7)	105	Séparation magnétique des riblons de fer (n° 17)	284	*Sous-station roulante (n° 16)	271
Aciers spéciaux employés, en France, dans la construction des automobiles. Léon GUILLET (n° 23)	371	Service d'incendie avec poste d'appel dans chaque immeuble (n° 9)	149	*Station hydro-électrique de l'Université Cornell (E.-U.) (n° 12)	207
		Transport d'énergie à 40 000 volts entre Gromo et Nembro (Lombardie). L.-J. SIDLER. (Plan-che X.) (nos 10 et 11)	153, 181	*Télautographe, système Grün (n° 25)	416
				*Terres rares (emploi des) dans les lampes électriques (n° 9)	151
				*Traction électrique (systèmes de) actuellement en usage (n° 16)	271
				*Traction électrique par courant monophasé (n° 18)	302
				*Trains de laminaires réversibles (commande électri-que des) (n° 24)	398
				Transformateurs isolés à l'air ou à l'huile (compara-ison des) (n° 3)	47
				*Transport d'énergie électrique à 55 000 volts de la Puget Sound Power Co (E.-U.) (n° 9)	151
				*Transport d'énergie à 60 000 volts et à 192 kilom. (n° 18)	302
				*Travaux de la Commission anglaise de l'électricité (n° 3)	47
				*Usine hydro-électrique de Bruck-sur-Mur (Autriche) (n° 9)	151
				*Usine hydro-électrique de Linthal (Suisse) (n° 19)	318
				*Usine hydro-électrique de De Sabla (Californie) (n° 22)	366
				*Usines électrométallurgiques (les) (n° 4)	70
				*Usines hydro-électriques de la Rienz et de Malsers-heide (Autriche) (n° 26)	431
				ENSEIGNEMENT	
				Cours publics du Conservatoire des Arts et Métiers (1905-1906) (n° 25)	413
				École Centrale des Arts et Manufactures. Liste des élèves ayant obtenu le diplôme d'Ingé-nieur en 1905 (n° 12)	205

	Pages
*Extraction par les puits d'aérage (n° 47)	287
*Gisements pétroliers de la Roumanie (n° 13)	255
*Gisements houillers dans l'Alaska (n° 24)	351
*Graisage des essieux de berlines (n° 46)	173
*Incandescence et étincelles dans le grisou (n° 26)	431
*Laboratoire d'électricité de l'École des Mines de Paris (n° 23)	416
*Magasin à dynamite souterrain, et appareil à dégeler électriquement les cartouches n° 23)	415
*Mine chargée de 44 700 kilogr. de dynamite (n° 4)	15
*Minerais de tantalé (des) (n° 4)	71
*Mines du Mexique (utilisation de l'électricité dans les) (n° 47)	287
*Pétrole (l'industrie du) en Allemagne (n° 20)	335
*Pétrole (production du) et du minerai de fer aux États-Unis en 1904 (n° 49)	319
*Pétrole (exploitation du) en Roumanie (n° 21)	351
*Placers aurifères de la Guyane française (n° 10)	172
*Platine et palladium rencontrés dans certains chalcopyrites d'Amérique (n° 10)	173
*Pulvérisations d'eau dans les mines de houille (n° 4)	70
*Règlement anglais sur l'emploi de l'électricité dans les mines de houille (n° 4)	71
*Richesses minérales aux îles Philippines (n° 10)	173
*Richesses minières de la province d'Otuzco (Pérou) (n° 14)	238
*Roche explosive de la Nouvelle-Galles du Sud (n° 3)	87
*Séparation magnétique de la blende et de la marcassite (n° 4)	70
*Tourbe (l'industrie de la) aux États-Unis (n° 20)	335

NAVIGATION

Canal de Panama (1e). Historique des deux Compagnies françaises et de la vente de la concession aux États-Unis. A. DUMAS (n° 1 et 2)	1, 19
Canal de Panama (1e). Revenus probables du canal et conséquences de son ouverture sur le commerce général. A. DUMAS (n° 3)	36
Procédés acoustiques pour le sondage et la transmission des signaux à bord des navires (n° 12)	202
Sécurité (1a) à bord des sous-marins (n° 12 et 14)	203, 236
*Canalisation du cours supérieur du Mincio (n° 24)	351
*Canaux pour le débouché des Grands Lacs américains (n° 13)	224
*Dérèglement de l'épave du <i>Vindomora</i> , coulé en Basse-Seine (n° 2)	31
*Service de bateaux express sur la Tamise, à Londres (n° 48)	304
*Traction des bateaux sur les canaux (résistance à la) (n° 4)	69
*Voies navigables (projet du Gouvernement allemand sur les) (n° 1)	16

NÉCROLOGIE

M. Eugène Risler (n° 15)	256
------------------------------------	-----

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Air liquide (emploi de l') et du charbon pour la production du vide et des gaz purs (n° 24)	397
Air sec (emploi de l') dans les hauts fourneaux. A. POURCEL (n° 14)	234
Appareil avertisseur de température (n° 3)	44
Baromètre portatif à mercure (n° 9)	149
Chaudière de locomotive à tubes d'eau, système Robert. F. BARBIER. (<i>Planche XIII</i>) (n° 13)	209
Contrôleur-avertisseur de tirage (n° 21)	348
Dessiccation des substances pâteuses et notamment du lait concentré (appareil pour la) (n° 7)	117
Dessiccation du vent (influence de la) sur la marche des hauts fourneaux. E. LEMAIRE (n° 13)	214
Dessiccation (influence de la) sur la réduction de l'acide carbonique par le charbon (n° 14)	235
Eau entraînée par la vapeur des générateurs (mesure de la quantité d'). M. EMANAU (n° 15)	245
Élévation de température (causes de l') dans les tunnels métropolitains (n° 19)	315
Épurateurs de gaz de hauts fourneaux, système Sahlin (n° 16)	269
Évaporation (pertes causées dans les réservoirs d'eau par l') (n° 19)	317
Explosion d'une chaudière de locomotive à la gare Saint-Lazare (Paris) (n° 24)	394
Explosion d'une locomotive aux abords de la gare Saint-Lazare (Paris). Ch. FREMONT (n° 25)	403

	Pages
Extinction des incendies par le procédé Laurent n° 20	332
Froid industriel. Production des très basses températures. Liquéfaction de l'air et de l'hydrogène. A. LAFAY (n° 21 et 22)	356
Générateur économiseur de vapeur à circulation multiple, système Grenthe (n° 14)	237
Jumelles stéréo-prismatiques (n° 14)	233
Lampe Cooper-Hewitt à vapeur de mercure (n° 4)	59
Lanterne pour la projection des objets opaques (n° 17)	285
Machine compound (essais d'une) à très faible consommation de vapeur (n° 21)	348
Machine soufflante compound des usines Acklam, à Middlesbrough (Angleterre). (Planche I.) (n° 1)	8
Machine à vapeur (influence des enveloppes et des fuites sur le fonctionnement d'une). F. HOFER (n° 16)	260
Machines à vapeur (influence des enveloppes sur le fonctionnement des). F. HOFER (n° 23)	377
Mégaphone à flamme n° 15	253
Moteur à pétrole compound, système Pollard (n° 10)	166
Moteur Diesel de 500 chevaux installé à l'Exposition de Liège. (Planche XIX.) (n° 19)	305
Moteur rotatif à pistons, système Eug. Koch (n° 13)	220
Photographie métrique (applications de la) aux constatations judiciaires (n° 16)	268
Procédés acoustiques pour le sondage et la transmission des signaux à bord des navires (n° 12)	202
Régulateur automatique d'alimentation pour chaudières à vapeur, système Hannemann (n° 11)	188
Tachymètre à liquides (n° 6)	101
*Acétylène (concours d'appareils à) (n° 2)	32
*Acétylène (l'éclairage à l') aux États-Unis (n° 25)	415
*Alimentateurs automatiques pour chaudières à vapeur (n° 10)	173
*Appareils à vapeur (accidents d') en France, de 1888 à 1903 (n° 8)	136
*Chauffage des locaux par circulation d'air chaud (n° 11)	192
*Chauffage d'une caserne à Baltimore (n° 24)	351
*Chauffage et ventilation du Majestic-Theatre, à Boston (E.-U.) (n° 15)	255
*Comparaison économique entre l'emploi des machines à vapeur et des moteurs à gaz pauvre dans les usines métallurgiques (n° 12)	207
*Condenseur (détermination de la quantité d'eau nécessaire à un) (n° 12)	208
*Conductibilité calorifique des matériaux réfractaires (n° 20)	335
*Conductibilité calorifique et rayonnement des vernis isolants (n° 8)	136
*Créosotage des bois n° 5	87
*Cylindres à vapeur (influence de la compression dans les) (n° 10)	173
*Éclairage à incandescence avec les combustibles liquides (n° 14)	239
*Éclairage domestique à l'alcool (n° 23)	383
*Écoulement de l'air (recherches expérimentales sur) n° 26	432
*Formaldéhyde (la) dans les fumées (n° 3)	48
*Fours à ciment (rendement calorifique des) (n° 9)	151
*Foyer fumivore Cleary-Kavanagh, pour charbons gras (n° 23)	383
*Fumée (prévention de la) (n° 16)	271
*Gaz de chauffage (usine de) de la Compagnie Atha Tool, à Newark (E.-U.) (n° 17)	288
*Gaz des fours à coke (utilisation des) au chauffage des chaudières (n° 13)	224
*Installations frigorifiques (emploi de l'électricité dans les) (n° 4)	71
*Lentilles bifocales (n° 4)	71
*Locomotives à vapeur actuelles (n° 10)	173
*Locomotives (importance relative des différentes surfaces de chauffe dans les) (n° 5)	87
*Machine à vapeur compound (n° 7)	120
*Machines à vapeur (les premières) en Allemagne n° 13	255
*Manchons à incandescence (appareil pour déterminer la durée des) (n° 19)	329
*Manchons à incandescence (fabrication des) (n° 14)	239
*Moteurs à pétrole pour bateaux (n° 10)	172
*Poussier de charbon (emploi du) pour le chauffage des chaudières n° 10	173
*Réchauffeurs d'alimentation (les) (n° 22)	367
*Soudure autogène (la) (n° 26)	432
*Station centrale de l'United Shoe Machinery Co., à Beverly (E.-U.) (n° 24)	400
*Stéréoscopie (remarques sur la) (n° 4)	15
*Surchauffe (la) appliquée aux locomotives (n° 19)	320
*Surchauffeur de vapeur, système Heizmann (transmission de la chaleur dans un) (n° 2)	31
*Surchauffeurs de vapeur (les) (n° 15)	255
*Terres rares (emploi des) dans les lampes électriques	151

RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

	Pages
*Tourbe (l'industrie de la) en Allemagne (n° 1)	15
*Transmission de la chaleur par radiation, aux températures élevées (n° 13)	224
*Transmission de la chaleur par les surfaces de chauffe des chaudières à vapeur (n° 13)	255
*Turbines à vapeur de la Société Union (n° 24)	399
Turbines à vapeur (détermination des) (n° 3)	47
*Turbines à vapeur (rapidité de mise en route des) (n° 14)	192
Turbines à vapeur (mise en marche rapide des) (n° 16)	271
*Turbo-dynamos à vapeur (les) (n° 6)	103
*Vapeurs d'échappement (utilisation des) au chauffage (n° 10)	173
*Viscosimètre industriel (n° 1)	71
Accident du pont Maximilien, à Munich (n° 12)	200
Acier (influence de la fragilité de l') sur les effets du cisaillement, du poinçonnage et du brochage dans la chaudronnerie (n° 15)	252
Réservoir d'eau (effondrement de la couverture d'un) en construction à Madrid (n° 21)	312
Rivets (effets de la pose à chaud sur la qualité initiale des) (n° 11)	189
Rivets (modification de la qualité du métal des) par l'opération du rivetage (n° 15)	252
*Aciers doux cémentés (sur la fragilité des) (n° 25)	415
*Béton armé (résistance des poutres en) (n° 14)	239
*Bois de charpente (résistance des) au cisaillement (n° 10)	174
*Bouteilles à gaz comprimés (résistance des) (n° 9)	152
*Câbles métalliques (efforts dus à la flexion dans les) (n° 10)	174
*Calcul des cheminées en tôle sans haubans (n° 23)	383
*Calcul graphique des déformations des grues à volée curviligne (n° 15)	255
*Colonnes métalliques creuses (détermination de la section des) (n° 21)	352
*Conduites d'eau en béton armé (essais de) (n° 2)	31
*Dilatation (effets de la) dans les viaducs et barrages en maçonnerie (n° 4)	71
*Efforts tranchants dans les barrages (distribution des) n° 14)	240
*Éprouvettes (essais de flambage d') encastrées à leurs deux extrémités (n° 10)	174
*Essais au choc des mélanges d'asphalte pour chaussées (n° 23)	383
*Essais de rupture sur des constructions en béton armé (n° 9)	152
*Fatigue des métaux (causes de la) (n° 10)	174
*Limite d'élasticité (la) dans les métaux (n° 4)	71
*Machine pour l'essai des entretoises par vibrations (n° 15)	256
*Machines d'essais de matériaux (n° 16)	272
*Moment fléchissant maximum d'un pont sous l'effet d'un convoi roulant (n° 21)	352
*Oscillations des tours de phares (n° 4)	71
*Pièces droites et courbes fléchies debout (résistance des) (n° 20)	336
*Pièces métalliques soumises à des efforts alternatifs répétés (résistance des) (n° 4)	71
*Pont en fer et béton (répartition des efforts dans un tablier de) (n° 16)	272
*Ponts en arc et ponts suspendus (nouveau mode de calcul des) (n° 10)	174
*Poutres en arc à trois rotules (n° 9)	152
*Poutres en béton armé (essais au feu de) (n° 25)	416
*Pressions de roulement sur les rails (limite de sécurité des) (n° 6)	104
*Résistance au feu des briques silico-calcaires (n° 10)	173
*Résistance au feu du ciment armé (n° 22)	367
*Rupture des pièces de machines (causes de) (n° 10)	174

SCIENCES

Fer et aciers spéciaux (effet des très basses températures sur les propriétés mécaniques du) (n° 6)	96
Fer (propriétés mécaniques du) en cristaux isolés (n° 16)	267
Froid industriel. Production des très basses températures. Liquéfaction de l'air et de l'hydrogène. A. LAFAY (n° 21 et 22)	356
Jumelles stéréo-prismatiques (n° 14)	233
Radium (action du) sur le diamant (n° 26)	428
*Calcul des arcs encastrés (n° 26)	314
*Carte géologique de l'Algérie (travaux du Service de la) (n° 4)	15
*Laboratoires industriels (économie de temps par l'emploi d'un matériel nouveau) (n° 4)	66
*Laboratoires scientifiques de l'Amérique du Nord n° 4	71
*Limite d'élasticité (la) dans les métaux (n° 4)	71
*Moment fléchissant maximum d'un pont sous l'effet d'un convoi roulant (n° 21)	352
*Réunion de l'Optical Convention (n° 10)	175

SOCIÉTÉS SAVANTES ET INDUSTRIELLES

	Pages
Académie des Sciences. Extraits des comptes rendus des séances.	
Séance du 25 avril 1905 (n° 1)	14
— 1 ^{er} mai — (n° 2)	30
— 8 — — (n° 3)	46
— 15 — — (n° 4)	63
— 22 — — (n° 5)	86
— 29 — — (n° 6)	102
— 5 juin — (n° 7)	118
— 13 — — (n° 8)	134
— 19 — — (n° 9)	150
— 26 — — (n° 10)	167
— 3 juillet — (n° 11)	190
— 10 — — (n° 12)	206
— 17 — — (n° 13)	222
— 24 — — (n° 14)	238
— 31 — — (n° 15)	254
— 7 août — (n° 16)	270
— 14 — — (n° 17)	286
— 21 — — (n° 18)	302
— 28 — — (n° 19)	318
— 4 septembre — (n° 20)	334
— 11 — — (n° 21)	350
— 18 — — (n° 22)	366
— 25 — — (n° 23)	382
— 2 octobre — (n° 24)	398
— 9 — — (n° 25)	414
— 16 — — (n° 26)	430

Société des Ingénieurs civils. Extraits des comptes rendus des séances.

Séance du 5 mai 1905 (n° 3)	46
— 19 — — (n° 5)	86
— 2 juin — (n° 7)	118
— 16 — — (n° 11)	190
— 7 juillet — (n° 13)	222
— 6 octobre — (n° 25)	414

TRAMWAYS

Aiguillage automatique, système Turner (n° 19)	317
Chasse-neige automoteur du chemin de fer de Saint-Gall à Trogen (n° 26)	428
Chemin de fer électrique de Saint-Gall à Speicher et à Trogen (Suisse). H. SOMACH (n° 17)	273
*Instruction des waltmen, à Brooklyn (n° 10)	175
*Moteurs de tramway pour voie étroite, des ateliers d'Oerlikon (n° 23)	383
*Protection du matériel de tramways par disjoncteurs et coupe-circuits (n° 10)	175
*Tramway électrique à courant alternatif simple, de Murnau à Oberammergau (Bavière) (n° 14)	192
*Tramway à vapeur de Saint-Gall à Appenzell (Suisse) (n° 14)	240
*Tramway électrique à adhérence et à crémaillère de Stansstad à Engelberg (Suisse) (n° 5)	88
*Tramways de Berlin (résultats d'exploitation en 1904) n° 3)	18
*Tramways de Hambourg (résultats d'exploitation en 1904) (n° 12)	208
*Tramways de Nuremberg (application du système à trois fils aux) (n° 10)	175
*Tramways électriques de Vienne (les) (n° 3)	48

TRAVAUX PUBLICS

Appontement métallique du port de Lome (Afrique occidentale). (Planche XI.) (n° 11)	177
Aqueduc de Torresdale pour la distribution d'eau de Philadelphie (n° 15)	250
Bouche d'égout étanche à fermeture automatique n° 17	284
Canal de Panama (le). Historique des deux Compagnies françaises et de la vente de la concession aux États-Unis. A. DUMAS (n° 1 et 2)	1, 19
Canal de Panama (le). Revenus probables du canal et conséquences de son ouverture sur le commerce général. A. DUMAS (n° 3)	36
Déblaiement à l'aide de transporteurs aériens mobiles (n° 13)	221
Défense des côtes contre l'érosion. Travaux de Bridlington (Angleterre) (n° 22)	362
Digue de la Société des mines de Hodbarrow (Angleterre) (n° 13)	211
Enseignement l' professionnel des travaux publics. G. ESPITALIER. (Planche XV.) (n° 15)	241
Fondation des ouvrages en terrain vaseux. G. ESPITALIER n° 20	329

PLANCHES

<i>Planche I</i> : Machine soufflante compound des usines Acklam, à Middlesbrough (Angleterre) (n° 1).	<i>Planche IX</i> : Laboratoires A et B de mécanique de l'École technique de Dresde (n° 9).	<i>Planche XVIII</i> : Pont roulant électrique de 30 tonnes exposé à Liège (n° 18).
<i>Planche II</i> : Pont roulant électrique de 100 tonnes (n° 2).	<i>Planche X</i> : Usine hydro-électrique de Gromo (Lombardie) (n° 10).	<i>Planche XIX</i> : Moteur Diesel de 500 chevaux exposé à Liège (n° 19).
<i>Planche III</i> : Omnibus à vapeur, système Gardner-Serpollet (n° 3).	<i>Planche XI</i> : Appontement métallique de Lome (Afrique occidentale) (n° 11).	<i>Planche XX</i> : Tour à fileter de très grande précision (n° 20).
<i>Planche IV</i> : Machine d'extraction électrique du puits Zollern II, de la Gelsenkirchener Bergwerks A. G. (n° 4).	<i>Planche XII</i> : Wharf pour l'embarquement rapide des charbons, à Baltimore (États-Unis) (n° 12).	<i>Planche XXI</i> : Grue roulante électrique de 10 tonnes exposée à Liège (n° 21).
<i>Planche V</i> : Machine d'extraction électrique du siège II de Prussen, des mines de Harpen n° 5.	<i>Planche XIII</i> : Chaudière de locomotive à tubes d'eau, système Robert (n° 13).	<i>Planche XXII</i> : Tour de 2 ^m 745 de hauteur de pointes (n° 22).
<i>Planche VI</i> : Tracteur à pétrole de la batterie automobile de l'armée portugaise (n° 6).	<i>Planche XIV</i> : Machine à vapeur pour laminoir de 16 000 chevaux (n° 14).	<i>Planche XXIII</i> : Usine élévatrice pour l'arrosage du champ de courses du Tremblay (Seine) (n° 23).
<i>Planche VII</i> : Pont métallique à arcades, système Vierendeel, à Aveighem (Belgique) (n° 7).	<i>Planche XV</i> : École spéciale de travaux publics : Maison de famille d'Arcueil (n° 15).	<i>Planche XXIV</i> : Portes flottantes des nouvelles formes de radoub du port de Kiel (n° 24).
<i>Planche VIII</i> : Basculeur mécanique pour wagons à voie normale (n° 8).	<i>Planche XVI</i> : Pont à basculement sur l'Oder, à Stettin (n° 16).	<i>Planche XXV</i> : Usine électrique dite des Entrepôts douaniers, à Hambourg (n° 25).
	<i>Planche XVII</i> : Construction du phare de Beachy-Head (Angleterre) (n° 17).	<i>Planche XXVI</i> : Locomotive compound à marchandise, à deux bogies moteurs, du Chemin de fer du Nord (n° 26).

TABLE ALPHABÉTIQUE DES NOMS D'AUTEURS

	Pages		Pages		Pages
BARBIER (F.). — Chaudière de locomotive à tubes d'eau, système Robert. (<i>Planche XIII.</i>) (n° 13)	209	ESPITALIER (G.). — L'enseignement professionnel des travaux publics. (<i>Planche XV.</i>) (n° 15)	241	POURCEL (Al.). — Analyse des matériaux d'aciéries, par H. Brearley et F. Ibbotson. (<i>Bibliographie.</i>) (n° 4)	63
— Locomotive compound à marchandises à deux bogies moteurs, du Chemin de fer du Nord. (<i>Planche XXVI.</i>) (n° 26)	417	— La fondation des ouvrages en terrains vaseux (n° 20)	329	— Sur l'emploi de l'air sec dans les hauts fourneaux (n° 14)	234
BIDAULT DES CHAUMES (A.). — Pont à basculement sur l'Oder, à Stettin. (<i>Planche XVI.</i>) (n° 16)	257	FREMONT (Ch.). — Explosion d'une locomotive aux abords de la gare Saint-Lazare (Paris) (n° 25)	403	PRUD'HOMME (Maurice). — Colorants teignant directement le coton (n° 5)	78
BOILEAU (A.). — Utilisation de l'azote atmosphérique. Fabrication électrique des cyanures et des nitrates (n° 18)	293	GARNIER (J.). — Les aciers à outils à coupe rapide. Préparation et emploi dans les ateliers (n° 7)	105	RACHOU (Louis). — Amendes et retenues sur les salaires des ouvriers et employés (n° 1)	11
BOURLET (Carlo). — Nouveau type d'embrayage pour automobiles (n° 5)	84	— Tour de 2 ^m 745 de hauteur de pointes. (<i>Planche XXII.</i>) (n° 22)	353	— Responsabilité des accidents causés par les machines agricoles (n° 4)	60
CHIGNATERIE (P.). — L'ascenseur électrique du Bürgenstock (Suisse) (n° 25)	401	GUGLIELMINETTI (Dr). — Moyens de combattre la poussière sur les routes (n° 8)	121	— Le dépôt des statuts des syndicats professionnels (n° 9)	148
COUPAN (G.). — L'agriculture à l'Exposition de Liège. Organisation de l'enseignement agricole en Belgique (n° 22, 23 et 24)	390	GUILLET (Léon). — Influence de l'azote sur les propriétés des aciers (n° 6)	95	— Les autorisations temporaires dans la réglementation du travail (n° 10)	164
DANTIN (Ch.). — Procédés acoustiques pour le sondage et la transmission des signaux à bord des navires (n° 12)	202	— Les alliages de cuivre (n° 8, 9, 10 et 11)	184	— Les catalogues ou albums industriels (n° 14)	234
— Concours de véhicules industriels et de fourgons militaires (n° 18, 19 et 20)	321	— Congrès de la Métallurgie tenu à Liège, du 24 juin au 1 ^{er} juillet 1905 (n° 14 et 15)	248	— Loi du 15 juillet 1905 relative à la composition des bureaux de jugement et à l'organisation de la juridiction d'appel des Conseils de prud'hommes (n° 17)	282
— Étude sur un type de locomobile demi-fixe compound à vapeur surchauffée (n° 26)	424	— Aciers spéciaux employés en France dans la construction des automobiles (n° 23)	371	— L'essai des inventions et leur communication aux Sociétés savantes (n° 19)	315
D'ARMAUVAL (D.). — Maison de Conditionnement des laines, à Bradford (Angleterre) (n° 17)	280	— Emplois du vanadium en métallurgie (n° 24 et 25)	407	— L'élimination des buées dans les établissements industriels (n° 20)	331
DROUIN (F.). — La Coupe Gordon-Bennett en 1905. Les épreuves éliminatoires françaises (n° 9)	137	HOFER (F.). — Influence des enveloppes et des fuites sur le fonctionnement d'une machine à vapeur (n° 16)	260	RAMAKERS (L.). — L'Exposition internationale de Liège (n° 12)	193
DUMAS (A.). — Le canal de Panama. Historique des deux Compagnies françaises et de la vente de la concession aux États-Unis (n° 1 et 2)	19	— Tour à fileter de très grande précision. (<i>Planche XX.</i>) (n° 20)	327	— Les appareils de levage à l'Exposition de Liège. (<i>Planche XXI.</i>) (n° 21)	337
— Le canal de Panama. Revenus probables du canal et conséquences de son ouverture sur le commerce général (n° 3)	36	— Influence des enveloppes sur le fonctionnement des machines à vapeur (n° 23)	377	RAULIN (Paul). — Alimentation de Coolgardie (Australie) en eau potable par une conduite de 565 kilomètres (n° 17)	279
— Le développement du commerce des États-Unis. Projet de chemin de fer pan-américain (n° 4)	56	KOECHLIN (M.). — Forme rationnelle des bâtis en C pour les riveuses (n° 4)	62	— Clarification et stérilisation des eaux par le système américain (n° 19)	311
EMANAUD (M.). — Mesure de la quantité d'eau entraînée par la vapeur des générateurs (n° 15)	245	LAFAY (A.). — Production des très basses températures. Liquéfaction de l'air et de l'hydrogène (n° 21 et 22)	356	RAZOUS (Paul). — Ventilation des cardes dans les filatures de lin et d'étoupe (n° 19)	309
ESPITALIER (G.). — L'évacuation des matières de vidange (n° 1 et 2)	25	LEMAIRE (E.). — Influence de la dessiccation du vent sur la marche des hauts fourneaux (n° 13)	214	ROLET (Antonin). — Fabrication des essences de fleurs d'oranger (n° 6)	93
— Les omnibus automobiles à Paris. Omnibus à vapeur, système Gardner-Serpollet. (<i>Planche III.</i>) (n° 3)	33	MAMY (Henri). — Amortisseur pneumatique pour voitures, système Bernard et Patoureaux (n° 26)	426	SCHMERBER (H.). — Les machines d'extraction électriques. (<i>Planches IV et V.</i>) (n° 4 et 5)	73
— Transports automobiles militaires. Batterie automobile de l'armée portugaise. (<i>Planche VI.</i>) (n° 6)	89	MARRE (Francis). — Métallisation et galvanoplastie artistique des feuilles et des fleurs (n° 3)	42	— Nouvelles expériences sur les lampes de sûreté, faites à la station d'essais de Frameries (Belgique) (n° 25 et 26)	420
		— L'essence de térébenthine artificielle (n° 16)	265	SIDLER (L.-J.). — Transport d'énergie à 40 000 volts entre Gromo et Nembro (Lombardie). (<i>Planche X.</i>) (n° 10 et 11)	181
		MORIZOT (A.). — Les ponts métalliques, système Vierendeel. Pont à arcades d'Avelghem (Belgique). (<i>Planche VII.</i>) (n° 7)	108	SOMACH (H.). — Chemin de fer électrique de Saint-Gall à Speicher et à Trogen (Suisse) (n° 17)	273

